



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επισκόπηση της χρήσης του Ethernet σε βιομηχανικό
περιβάλλον

Στεφανία Μουτάκη

A.M.: HN07026

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Γαύρος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Υπόδειγμα φύλλου τίτλου (πίσω σελίδα) του αντιτύπου που υποβάλλεται στις βιβλιοθήκες (πτυχιακή εργασία)

(Υπογραφή)

.....

© 2022 – All rights reserved

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή εστιάζεται σε μια επισκόπηση της χρήσης του Ethernet σε βιομηχανικό περιβάλλον. Η χρήση του industrial Ethernet έδωσε τεράστια πλεονεκτήματα σε βιομηχανικές εφαρμογές και στα βιομηχανικά δίκτυα καθώς βελτιστοποίησε την επικοινωνία, την συνδεσιμότητα και την διαχείριση και έλεγχο μεταξύ σημαντικών βιομηχανικών πόρων.

Στο πρώτο κεφάλαιο υπογραμμίζονται οι βασικές έννοιες και οι χρήσεις των δικτύων. Παρουσιάζονται οι σημαντικότερες εφαρμογές και χρήσεις που αποφέρουν τεράστια οφέλη και σε βιομηχανικό περιβάλλον.

Στο δεύτερο κεφάλαιο υπογραμμίζονται τα χαρακτηριστικά των τοπικών δικτύων και του Ethernet. Παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του Ethernet και γίνεται αναφορά στα χαρακτηριστικά και στις δομές των τοπικών δικτύων.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση του βιομηχανικού Ethernet. Υπογραμμίζονται οι διαφορές μεταξύ συμβατικού και βιομηχανικού Ethernet, παραθέτονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δευτέρου και αναλύονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την ασφάλεια και την αξιοπιστία του σε βιομηχανικό περιβάλλον.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά σε άλλα βιομηχανικά δίκτυα και παραθετεται μια σύγκριση με το βιομηχανικό Ethernet. Παραθέτονται κύρια χαρακτηριστικά και γίνονται συγκρίσεις σε συγκεκριμένους τομείς.

Τέλος, αναλύονται τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την συγκεκριμένη επισκόπηση του βιομηχανικού Ethernet.

Λέξεις Κλειδιά: Δίκτυα, Τοπικά δίκτυα, Βιομηχανικά δίκτυα, Ethernet

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ABSTRACT

This essay focuses on an overview of the use of Ethernet within applications in an industrial environment. The use of industrial Ethernet has given enormous advantages to industrial applications and industrial networks as it has optimized communication, connectivity, and both management and control of significant industrial resources.

The first chapter highlights the basic concepts and uses of networks. The most important applications and uses that present huge benefits in an industrial environment are presented.

The second chapter highlights the features of LANs and Ethernet. The advantages and disadvantages of Ethernet are presented and several references are made to the features and structures of local area networks.

The third chapter analyzes the use of the industrial Ethernet. The differences between conventional and industrial Ethernet are highlighted, as well as, the advantages and disadvantages of the latter. Moreover, all the factors that affect its safety and reliability in an industrial environment are explained and emphasized.

In the fourth chapter a reference is made to other industrial networks and a comparison with the industrial Ethernet is given. Key features are listed and comparisons are made in specific areas.

Finally, the main conclusions that emerge from this review of industrial Ethernet are considered.

Keywords: Networks, Industrial Networks, Ethernet, Industrial Ethernet

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την υποστήριξη τους στα φοιτητικά μου χρόνια. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στο ακαδημαϊκό προσωπικό και κυρίως στον καθηγητή Κωνσταντίνο Γάυρο για τις συμβουλές του και την βοήθεια στην εκπόνηση της πτυχιακής αυτής εργασίας

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	i
Abstract.....	iii
Ευχαριστίες	v
Πίνακας Περιεχομένων.....	vii
Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 1: ΔΙΚΤΥΑ	2
1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ.....	2
1.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	5
1.3 ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ETHERNET	12
2.1 ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	12
2.2 ΔΟΜΕΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ – ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ.....	14
2.3 ETHERNET.....	17
2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ETHERNET	20
2.5 ΧΡΗΣΕΙΣ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. INDUSTRIAL ETHERNET	22
3.1 ΧΡΗΣΗ.....	22
3.2 ΔΙΑΦΟΡΕΣ INDUSTRIAL ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ETHERNET	24
3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ETHERNET	25
3.4 ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ – ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ	27
3.4.1 ΑΣΦΑΛΕΙΑ	27
3.4.2 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ	29
3.5 INDUSTRIAL ETHERNET ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΤΕΤΕΡΜΙΝΙΣΜΟΥ	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. INDUSTRIAL ETHERNET – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ...	32
4.1 ΤΥΠΟΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ.....	32
4.2 ΔΙΚΤΥΑ FIELDBUS	33
4.3 AS-INTERFACE	35
4.4 FOUNDATION FIELDBUS – CAN – MODBUS & INTERBUS.....	36
4.5 ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ETHERNET ΜΕ ΑΛΛΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ	39
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	41
Βιβλιογραφία.....	43

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βιομηχανική ανάπτυξη και το ολοένα αυξανόμενο τεχνολογικό επίπεδο οδηγούν σε εξελισσόμενα βιομηχανικά περιβάλλοντα τα οποία έχουν ιδιαίτερες ανάγκες διαχείρισης, επικοινωνίας και βελτιστοποίησης των λειτουργιών. Τα δίκτυα και τα βιομηχανικά δίκτυα υποστηρίζουν τις λειτουργίες σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον και η αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα των δικτύων είναι εξαιρετικά σημαντικός παράγοντας για την βιομηχανική ανάπτυξη και διαχείριση των λειτουργιών. Τα δίκτυα εμπεριέχουν όλα εκείνες τις εφαρμογές, τον εξοπλισμό και τα συστήματα τα οποία –μέσω υπολογιστών- μεταφέρουν πληροφορίες και δεδομένα που έχουν ολο το εύρος της σημαντικότητας για την βιομηχανική παραγωγή και τον έλεγχο.

Η ανάπτυξη των δικτύων σε βιομηχανικό περιβάλλον έδωσε νέους τεχνολογικούς ορίζοντες και σηματοδότησε μια εποχή όπου το εύρος επικοινωνιών, οι ρυθμοί μεταφοράς και οι ταχύτητες, οι αποστάσεις και οι τεχνολογικές δυνατότητες συνεχώς βελτιώνονται και βελτιστοποιούνται. Στους βιομηχανικούς κλάδους αναπτύχθηκαν πολλά είδη δικτύων με κάθε ένα να εμπεριέχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, συγκεκριμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να διέπουν τα δίκτυα είναι να είναι αξιόπιστα, ασφαλή, αποτελεσματικά, να έχουν δυνατότητες συνδεσιμότητας και επέκτασης και να συνδέονται με όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος. Τα δίκτυα Field Bus (και οι διαφορετικοί τύποι) προσέφεραν πολλά πλεονεκτήματα και η ανάπτυξη του βιομηχανικού Ethernet ακόμα περισσότερα.

Η εργασία αυτή εστιάζεται στην επισκόπηση του βιομηχανικού Ethernet και έχει κύριους στόχους:

- Την παρουσίαση των βασικών εννοιών και χαρακτηριστικών των δικτύων
- Την παρουσίαση των τοπικών δικτύων και του Ethernet
- Την παρουσίαση των χαρακτηριστικών του βιομηχανικού Ethernet
- Την παρουσίαση γνωστών δικτύων και την σύγκρισή τους με το industrial Ethernet ως προς την χρήση σε βιομηχανικό περιβάλλον

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΔΙΚΤΥΑ

1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Ο όρος «δίκτυα» είναι ευρύτατα διαδεδομένος στην καθημερινότητα των ατόμων, των κοινωνιών και των επιχειρήσεων. Σαν όρος συνδέεται με τις τεχνολογικές εφαρμογές μηχανημάτων και άλλων πόρων όπου υποστηρίζονται μεταφορές πληροφοριών μονόδρομα ή αμφίδρομα και είναι πλέον άμεσα συνδεδεμένο με του ηλεκτρονικούς υπολογιστές και όλο το εύρος των εφαρμογών που προκύπτουν (Πάγκαλος, 2002). Στην καθημερινότητα συναντάμε πολλές μορφές δικτύων :

- Υπάρχουν τηλεφωνικά δίκτυα όπου κύριο σκοπό έχουν την αμφίδρομη μετάδοση φωνής μεταξύ πομπών και δεκτών. Τα τηλεφωνικά δίκτυα απαιτούν συγκεκριμένες υποδομές και συγκεκριμένες συσκευές –ειδικού σκοπού- τα τηλέφωνα για την διακταιρέωση των εφαρμογών. Οι συνδέσεις μεταξύ των τηλεφώνων συνεχώς αναπτύσσονται και μπορεί να είναι –πλέον- ενσύρματες, ασύρματες ή ακόμα και διαδικτυακές (δηλαδή μέσω άλλου δικτύου). Η ανάπτυξη και οι εφαρμογές των τηλεφωνικών δικτύων έδωσαν τεράστια οφέλη στις επικοινωνίες και στην διαχείριση πληροφοριών.
- Υπάρχουν τηλεοπτικά δίκτυα όπου κύριο σκοπό έχουν τη μεταφορά εικόνας και ήχου μονόδρομα (από τους τηλεοπτικούς σταθμούς στους δέκτες / τηλεθεατές). Η μετάδοση των εικόνων και του ήχου μπορεί να γίνει ενσύρματα και ασύρματα και σαφέστατα χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες συσκευές –ειδικού σκοπού- που είναι οι τηλεοράσεις. Τις τελευταίες δεκαετίες οι συνδέσεις και οι συσκευές έχουν γνωρίσει τεράστια τεχνολογική ανάπτυξη σε όλο το φάσμα των λειτουργιών και των δυνατοτήτων τους.
- Υπάρχει το διαδίκτυο (ίντερνετ) το οποίο άλλαξε σημαντικά τη μεταφορά πληροφοριών, την επικοινωνία και όλο το εύρος των καθημερινών ως όλο το εύρος των παραγωγικών και εμπορικών λειτουργιών. Μέσω των ηλεκτρονικών υπολογιστών και του διαδικτύου σε παγκόσμιο επίπεδο κάθε άτομο μπορεί να επικοινωνήσει με άλλους χωρίς περιορισμούς, μπορεί να μεταδώσει και να γίνει δέκτης πληροφοριών, μπορεί να γίνει πομπός και δέκτης μέσωσ όπως κειμένων, ήχου και εικόνας, μπορεί να συμμετέχει σε συνδιασκέψεις, να κάνει εμπορικές συναλλαγές, να διεκπεραιώσει ψηφιακές συναλλαγές, να συμμετέχει σε παιχνίδια και οποιαδήποτε άλλη

δραστηριότητα που υποστηρίζει και υποστηρίζεται από την συνδεσιμότητα που προσφέρει ο παγκόσμιος ιστός και οι υπολογιστές.

- Υπάρχουν τα βιομηχανικά δίκτυα που εμπεριέχουν όλες τις μορφές δικτύων που είναι χρήσιμα σε βιομηχανικό περιβάλλον. Τα βιομηχανικά δίκτυα χρησιμοποιούνται ευρέως στις βιομηχανικές / παραγωγικές μονάδες και είναι τα πλέον χρήσιμα εργαλεία σε παραγωγικό και στρατηγικό μοτίβο καθώς είναι εξαιρετικά σημαντικά στον έλεγχο της παραγωγής, στην διαχείριση των συντελεστών, στην μέτρηση της αποδοτικότητας και στην διαχείριση προβλημάτων και στην λήψη αποφάσεων (Πάγκαλος, 2002, Κωλέτσου, 2010, Comen, 2001).

Τα δίκτυα μπορεί να χωριστούν και σε άλλες κατηγορίες με διάφορα και διαφορετικά κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά μπορεί να είναι οι τρόποι μετάδοσης και η συνδεσιμότητα, οι δυνατότητες πρόσβασης και οι γεωγραφικοί και τοπολογικοί περιορισμοί και τα ανάλογα χαρακτηριστικά. Υπάρχουν:

- Ενσύρματα και ασύρματα δίκτυα τα οποία καθορίζονται από τους τρόπους μετάδοσης και διασύνδεσης. Τα ενσύρματα δίκτυα χρησιμοποιούν καλώδια ενώ τα ασύρματα δεν χρειάζονται καλώδια και το μέσο σύνδεσης είναι ο αέρας. Τα τελευταία χρόνια γνωρίζουν τεράστια ανάπτυξη όλοι οι τόποι διασύνδεσης καθώς βελτιώνονται συνέχεια τα καλώδια, οι οπτικές ίνες και οι δυνατότητες των ασύρματων πομπών και δεκτών.
- Διαφορετικά δίκτυα που το κριτήριο διαχωρισμού είναι το εύρος περιοχών που καλύπτουν. Υπάρχουν τοπικά δίκτυα, προσωπικά, Μητροπολιτικά, παγκόσμια ή / και ευρείας κάλυψης. Στις εταιρίες και στις βιομηχανίες συναντώνται συχνά τα τοπικά δίκτυα (LAN-Local Area Network) τα οποία σχεδιάζονται και δραστηριοποιούνται σε συγκεκριμένο γεωγραφικό χώρο / μέρος. Στα τοπικά δίκτυα οι διασυνδέσεις και ο τεχνολογικός εξοπλισμός κατανέμεται σε σχετικά μικρές αποστάσεις που αποτελούνται από ένα κτίριο ή ένα συγκρότημα κτιρίων και εγκαταστάσεων. Η απόσταση αυτή δίνει πλεονεκτήματα στην μεταφορά και στην ταχύτητα διανομής / μετάδοσης και σαφέστατα στο κόστος συνδεσιμότητας. Σε δίκτυα που καλύπτουν μεγαλύτερες αποστάσεις (Μητροπολιτικά και δίκτυα ευρείας περιοχής) οι ταχύτητες και οι ρυθμοί μετάδοσης είναι χαμηλότεροι και –ταυτόχρονα- υπάρχει αυξημένο κόστος κατασκευής και ανάπτυξης. Το διαδίκτυο (ο παγκόσμιος ιστός) καλύπτει φυσικά όλο το εύρος των γεωγραφικών περιοχών σχεδόν στο σύνολο του πλανήτη και –είτε ενσύρματα είτε ασύρματα- δίνει τεράστια πλεονεκτήματα σε όλες τις μορφές και σκοπούς συνδεσιμότητας.

-
- Άλλες περιπτώσεις δικτύων καθορίζονται από τις δυνατότητες πρόσβασης σε αυτά και κατηγοριοποιούνται σε ιδιωτικά και δημόσια (Κωλέτσου, 2010, Παπαζαχαρίας, 2014).

Σε όλες της μορφές δικτύων και σε όλους τους πιθανούς τρόπους διασύνδεσης όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα των δικτύων συνεχώς βελτιώνονται σε αξιοπιστία, ταχύτητα και δυνατότητες. Υπάρχουν συνεχώς νέα δεδομένα και βελτιώσεις :

- ✓ Στην ισχύ των υπολογιστών
- ✓ Στην ταχύτητα αξιολόγησης
- ✓ Στην ταχύτητα επεξεργασίας των δεδομένων
- ✓ Στα υλικά κατασκευής
- ✓ Στα συστήματα ελέγχου
- ✓ Στην γνώση και την εκπαίδευση του ανθρώπινου παράγοντα (Μαργαρίτη, 2007).

1.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Η ευρύτατη χρήση των υπολογιστών και των δικτύων στο σύνολο των δραστηριοτήτων σε κοινωνικό, οικονομικό, εκπαιδευτικό και επιχειρηματικό επίπεδο δημιουργούν πολλαπλά πλεονεκτήματα και οφέλη. Τα δίκτυα χρησιμοποιούνται για την βελτιστοποίηση των επικοινωνιών, για την βελτιστοποίηση των μεταφορών των δεδομένων και για την καλύτερη αξιοποίηση και έλεγχο όλων των διαθέσιμων πόρων ενός οργανισμού ή μιας επιχείρησης (Δακονικολάου, 2004). Σε περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται η τοπική δικτύωση τα οφέλη είναι εξαιρετικά σημαντικά σε όλα τα συνδεδεμένα μέρη και άτομα.

Τα σημαντικότερα οφέλη υπογραμμίζονται παρακάτω:

- Τα δίκτυα επιτρέπουν την χρήση εξοπλισμού και τεχνολογικού υλικού. Ο διαμοιρασμός του υλικού δίνει τη δυνατότητα χρήσης όλων εκείνων των μηχανημάτων και συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο χρησιμοποιούμενο δίκτυο. Τα μηχανήματα και οι συσκευές είναι οι υπολογιστές, οι συσκευές ελέγχου και αποθήκευσης, οι συσκευές ελέγχου και καταγραφής και οποιαδήποτε άλλη συσκευή που επιτρέπει αρτιότερη και αποδοτικότερη χρήση των τεχνολογικών πόρων. Οι χρήστες που έχουν πρόσβαση στο δίκτυο μπορεί να διέπονται από συχνή ή / και περιοδική πρόσβαση και χρήση αλλά σε όλες τις περιπτώσεις δημιουργούν οφέλη για αποδοτικότερη επικοινωνία και εργασία. Η ανάπτυξη των ασύρματων δικτύων και του διαδικτύου σηματοδότησε μια νέα εποχή χρησιμοποίησης εξοπλισμού από απόσταση ακόμα και σε περιπτώσεις όπου ο χρήστης μπορεί να είναι σε άλλο χώρο / μέρος (Παπαζαχαρίας, 2014, Μαργαρίτη, 2007).
- Τα δίκτυα επιτρέπουν τον άρτιο και αποτελεσματικό διαμοιρασμό των πληροφοριών. Πολλά δίκτυα συσσωρεύουν πολλές πληροφορίες σε βάσεις δεδομένων και υπάρχουν δυνατότητες πρόσβασης από τους χρήστες. Οι πληροφορίες αυτές δημιουργούν γνώση και υπόβαθρο που μπορεί να είναι σημαντικό εργαλείο για την οργάνωση, τον σχεδιασμό, την διαχείριση και τον έλεγχο κάθε δραστηριότητας. Επιπλέον, η βελτιστοποίηση των κατάλληλων συστημάτων πληροφόρησης δημιουργούν πολλαπλά οφέλη και σε όλες τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.
- Τα δίκτυα επιτρέπουν την χρήση και τον διαμοιρασμό λογισμικών εφαρμογών που είναι χρήσιμες για πολλαπλούς σκοπούς. Πολλά δίκτυα έχουν μια κοινή βάση δεδομένων και μια βάση η οποία επιτρέπει την χρήση εξειδικευμένου λογισμικού από

τους χρήστες που έχουν πρόσβαση. Ο συνδυασμός των δεδομένων / πληροφοριών και του λογισμικού δίνει τεράστια πλεονεκτήματα στους χρήστες και στις ομάδες χρηστών. Για παράδειγμα, η χρήση συγκεκριμένων ακαδημαϊκών λογισμικών δίνει τη δυνατότητα χρήσης από όλο το ακαδημαϊκό προσωπικό ενός ιδρύματος. Αντίστοιχα, σε επιχειρησιακό και παραγωγικό επίπεδο η χρήση εξειδικευμένων προγραμμάτων / εφαρμογών / λογισμικών δίνει την δυνατότητα για καλύτερη οργάνωση, διαχείριση και έλεγχο πολλών διαδικασιών. Σε όλους τους κλάδους τα λογισμικά αυτά αποτελούν το επίκεντρο των δραστηριοτήτων και των λειτουργιών. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα είναι τα λογισμικά στα logistics, οι εφαρμογές στα ταξιδιωτικά γραφεία και τα εξειδικευμένα λογισμικά προγράμματα στις βιομηχανίες και στις μονάδες παραγωγής. Επιπλέον, επιτυγχάνεται η μείωση του κόστους (με δεδομένο πως πολλά λογισμικά είναι εξαιρετικά ακριβά) και η ανάπτυξη των δικτύων συνδυάζεται με τα οφέλη και τις εφαρμογές ασφάλειας και αναβάθμισης. Οι εταιρίες λογισμικών συνάπτουν συμφωνίες και παρέχουν άδειες χρήσης σε οργανισμούς / επιχειρήσεις που τα χρησιμοποιούν στα δίκτυα τους και καθορίζεται τόσο ο αριθμός των χρηστών όσο και τα αντίτιμα, οι αναβαθμίσεις και το χρονικό εύρος των δικαιωμάτων χρήσης (Stalling, 2003, Δακονικολάου, 2004).

- Τα δίκτυα εμπεριέχουν και υπηρεσίες του παγκόσμιου ιστού. Τα τοπικά δίκτυα συνδέονται και με το διαδίκτυο δίνοντας τεράστια οφέλη στους χρήστες. Μέσω τοπικών δικτύων και ίντερνετ βελτιστοποιείται η επικοινωνία και η πληροφόρηση στο εσωτερικό αλλά και στο εξωτερικό περιβάλλον των επιχειρήσεων και οργανισμών. Τα δίκτυα δεν αφορούν μόνο ένα συγκεκριμένο αριθμό υπολογιστών μέσα σε μια παραγωγική μονάδα αλλά πλέον εντάσσονται στο γενικότερο παγκόσμιο ψηφιακό περιβάλλον με ότι αυτό συνεπάγεται. Η πρόσβαση αυτή επιτρέπει την ένταξη στο παγκοσμιοποιημένο διαδικτυακό περιβάλλον που είναι συνεχώς μεταβαλλόμενο και έχει δυναμικά χαρακτηριστικά (Sink, 2012).
1. Τα δίκτυα δίνουν σημαντικό εύρος επεκτάσεων τόσο σε ανθρώπινο δυναμικό όσο και σε μονάδες / κέντρα εργασίας. Το εργασιακό περιβάλλον αλλάζει συνεχώς και πλέον δεν υπάρχουν γεωγραφικοί περιορισμοί για να διεκπεραιωθούν εργασίες και να εκτελεστούν εντολές και αποφάσεις. Μέσω κοινών δικτύων οι υπάλληλοι ενός γραφείου μπορεί να εργάζονται αποδοτικά χωρίς να είναι απαραίτητη η φυσική τους παρουσία σε ένα συγκεκριμένο χώρο., Τα δίκτυα και τα ψηφιακά μέσα

χρησιμοποιούνται εκτενώς στον τριτογενή τομέα και σε πολλούς άλλους όπως είναι η εκπαίδευση, η εξυπηρέτηση πελατών και οι συμβουλευτικές υπηρεσίες. Η νέα αυτή πραγματικότητα οδήγησε και οδηγεί σε νέα μοντέλα εργασίας, χαμηλότερο κόστος, νέα επαγγέλματα και νέες προστιθέμενες αξίες σε κάθε κλάδο. Επιπλέον αλλάζει και η λειτουργική υπόσταση των ομάδων καθώς κατά κάποιο τρόπο καταργούνται οι γεωγραφικοί περιορισμοί για την ολοκλήρωση εργασιών και τη λήψη αποφάσεων. Τα οφέλη αυτά έγιναν πλέον αναγνωρίσιμα σε όλο τον πλανήτη καθώς η τελευταία τριετία με τον πανδημία Covid-2019 ανέδειξε το διαδίκτυο και τα δίκτυα κάθε μορφής σαν τα απόλυτα εργαλεία αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας (Δακονικολάου, 2004, Κωλέτσου, 2010).

- Αυξημένα επίπεδα αξιοπιστίας και ασφάλειας. Τα δίκτυα έχουν μία κοινή βάση δεδομένων από την οποία αντλούνται στοιχεία και δεδομένα όπως επίσης προσθέτονται νέα δεδομένα και data. Σε περίπτωση ενός μεμονωμένου συστήματος σε περίπτωση βλαβών τα αρχεία μπορεί να χαθούν και να καταστραφούν. Στα δίκτυα όμως τα δεδομένα είναι προσβάσιμα από πολλές πηγές και υπολογιστές άρα αυξάνεται η ασφάλεια και η αξιοπιστία (Δακονικολάου, 2004, Οικονομίδης, 2012).

Έτσι τα δίκτυα:

- ✓ Βελτιστοποιούν την πληροφόρηση και την επικοινωνία
- ✓ Βελτιστοποιούν την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα
- ✓ Βελτιστοποιούν τις αναλογίες κόστους και παραγωγής
- ✓ Βελτιστοποιούν την ταχύτητα και τον έλεγχο (www.siemens.com)

1.3 ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Τα πλεονεκτήματα και οι εφαρμογές των δικτύων δε θα μπορούσαν να μην χρησιμοποιηθούν σε επιχειρηματικές και βιομηχανικές διαδικασίες καθώς τα χαρακτηριστικά των δικτύων έχουν την δυνατότητα να βελτιστοποιήσουν σχεδόν το σύνολο των βιομηχανικών και παραγωγικών διαδικασιών. Οι ανάγκες στους βιομηχανικούς κλάδους και τα αυξημένα επίπεδα ανταγωνιστικότητας έδωσαν τεράστια ώθηση στην δημιουργία και την ανάπτυξη βιομηχανικών δικτύων και στην δημιουργία συγκεκριμένων προτύπων και πρωτόκολλων εφαρμογών. Οι χρήσεις και οι εφαρμογές των δικτύων είναι μείζονος σημασίας στις σύγχρονες επιχειρήσεις και βιομηχανίες καθώς οι εισροές και οι εκροές των υλικών και των διαθέσιμων πόρων γίνονται αντικείμενο επεξεργασίας, διαχείρισης και ελέγχου από βιομηχανικά δίκτυα (Δακονικολάου, 2014).

Τα βιομηχανικά δίκτυα και οι υπολογιστές στις βιομηχανίες και στις παραγωγικές μονάδες έχουν τρεις κύριους σκοπούς. Πρώτον, αποτελούν συστήματα και υποσυστήματα ελέγχου συγκεκριμένων πεδίων και εφαρμογών. Κάθε βιομηχανική μονάδα εμπεριέχει υποομάδες και συγκεκριμένη τμηματοποίηση. Κάθε ξεχωριστό κομμάτι εμπεριέχει συγκεκριμένα μηχανήματα, χρησιμοποιεί πόρους (υλικούς και ανθρώπινους) και είναι σχεδιασμένο ώστε να δέχεται εντολές για πολλαπλά ζητήματα (Δακονικολάου, 2014). Τα βιομηχανικά δίκτυα σχεδιάζονται ώστε οι χειριστές να παίρνουν μια απόφαση και μέσω αυτών να πραγματοποιούνται οι κατάλληλες ενέργειες / εντολές και να εκτελούνται οι απαραίτητες διαδικασίες. Κάθε χειριστής εκπαιδεύεται και αξιοποιεί τις δυνατότητες των δικτύων σε καθημερινή βάση ώστε να μην τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια και ο σχεδιασμός της παραγωγής. Σαφέστατα κάθε βιομηχανική μονάδα διαθέτει ένα κατάλληλα σχεδιασμένο δίκτυο και κατάλληλα σχεδιασμένο λογισμικό που εξυπηρετεί τις ανάγκες της (Οικονομίδης, 2012).

Δεύτερον, σαν συνέχεια των παραπάνω, τα βιομηχανικά δίκτυα αποτελούν συστήματα που συντελούν και διαχειρίζονται τον προγραμματισμό της παραγωγικής διαδικασίας. Τα δίκτυα ,οι υπολογιστές και τα λογισμικά διαχειρίζονται τα προγράμματα παραγωγής σύμφωνα με τις ανάγκες του όγκου παραγωγής, τις διαθεσιμότητες σε πόρους και τα αποθέματα που υπάρχουν. Αυτομάτως τα δίκτυα βελτιστοποιούν την παραγωγή, συντελούν σε οικονομίες κλίμακας και μειώνουν την σπατάλη πόρων, χρόνου, εργασίας και λοιπών συντελεστών (Sink, 2012).

Τρίτον, τα βιομηχανικά δίκτυα αποτελούν συστήματα ελέγχου και εποπτείας των διαδικασιών. Δεκαετίες πριν, όλες οι βιομηχανικές μονάδες απασχολούσαν πολλούς πόρους

για τον έλεγχο και τις διαδικασίες ελέγχου με συνέπεια να εμπεριέχεται μεγάλο κόστος και εργασία. Η ανάπτυξη των βιομηχανικών δικτύων έδωσε τεράστια οφέλη στην αποτελεσματικότητα των διαδικασιών ελέγχου και μείωσε σημαντικά το κόστος. Πλέον, τα σύγχρονα βιομηχανικά συστήματα όχι μόνο πραγματοποιούν ελέγχους αλλά είναι σε θέση να ελέγχουν κάθε στάδιο των διαδικασιών και να ενημερώνουν τους χειριστές σε περιπτώσεις λαθών, αστοχιών και κινδύνων ακόμα και αν οι χειριστές δεν βρίσκονται στον ίδιο χώρο (Δακονικολάου, 2004, Comen, 2011).

Αξίζει να σημειωθεί πως τις τελευταίες δεκαετίες η ταυτόχρονη ανάπτυξη του αυτοματισμού, του διαδικτύου και των δικτυακών συστημάτων έδωσε τεράστια οφέλη στις βιομηχανικές εφαρμογές καθώς σε όλες τις διαδικασίες βελτιστοποιήθηκαν όλα τα στάδια και οι τομείς που αφορούν τον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό, την οργάνωση, την διαχείριση και τον έλεγχο αυτών. Χωρίς τα βιομηχανικά συστήματα διαχείρισης και επικοινωνίας, τα σημαντικά – αλλά συχνά περίπλοκα – tasks όπως ο έλεγχος μηχανών και ολόκληρων γραμμών παραγωγής, η παρακολούθηση συστημάτων μεταφοράς και η διαχείριση της διανομής ισχύος θα ήταν δύσκολη ως αδύνατη (Calogeras, 2016). Ο σύγχρονος ψηφιακός μετασχηματισμός ανέδειξε και έδωσε ισχυρές λύσεις επικοινωνίας, επεξεργασίας και ελέγχου. Η δικτύωση μηχανημάτων και εργοστασίων που βασίζεται στον επαγγελματικό σχεδιασμό και υλοποίηση χρησιμοποιώντας τα βιομηχανικά δίκτυα αποτελούν το χρησιμότερο εργαλείο για βιομηχανική απόδοση σε όλα τα επίπεδα. Όλες οι βιομηχανικές μονάδες ανεξαρτήτου μεγέθους και κλάδου χρησιμοποιούν ειδικά σχεδιασμένα δίκτυα και διαθέτουν ειδικά σχεδιασμένα λογισμικά, υλικά διασύνδεσης και εφεδρικά υποσυστήματα (Κωλέτσου, 2010, Παπαζαχαρίας, 2012).

Τα βιομηχανικά δίκτυα πρέπει να διέπονται και από συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ώστε να συντελούν στην δημιουργία των αντίστοιχων πλεονεκτημάτων. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

- ✓ Η μέγιστη αξιοπιστία. Ένα δίκτυο που παρουσιάζει συνεχώς βλάβες και ελαττώματα θέτει σε τεράστιο κίνδυνο την παραγωγικότητα και την κερδοφορία καθώς δημιουργούνται καθυστερήσεις και αυξημένο κόστος.
- ✓ Η μέγιστη ασφάλεια. Κάθε δίκτυο πρέπει να διέπεται από συγκεκριμένα πρωτόκολλα και συστήματα ασφάλειας τόσο ως προς τον ανθρώπινο παράγοντα όσο και ως προς τα μηχανήματα και τον εξοπλισμό.
- ✓ Τα βέλτιστα λειτουργικά στοιχεία. Αυτά επιτρέπουν την ευκολία χρήσης και την λειτουργική ακεραιότητα ακόμα και σε περιπτώσεις μικρών βλαβών η αστοχιών (Calogeras, 2016).

Σε παρακάτω κομμάτια της εργασίας θα αναλυθούν και οι διαφορετικοί τύποι βιομηχανικών δικτύων και τα χαρακτηριστικά τους. Συνοπτικά, οι συνηθέστεροι τύποι βιομηχανικών δικτύων είναι τα δίκτυα fieldbus, profibus, industrial Ethernet και AS interface.

1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ – ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΜΕΡΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τα μέρη των δικτύων εμπεριέχουν αισθητήρες, επεξεργαστές και ηλεκτρονικούς υπολογιστές και υπάρχουν Υπολογιστές (που αναφέρονται ως υπολογιστές υπηρεσίας – Hosts). Διάφοροι κόμβοι (αναφέρονται σαν nodes) και διάφοροι σταθμοί (Stations). Τα μέρη αυτά συνδέονται μεταξύ τους με ποικίλους τρόπους όπως συνδέσεις σημείου προς σημείο (Point to point) , με συνδέσεις που έχουν ένα κοινό μέσο μετάδοσης (Multiple Access) και με συνδέσεις με μεταγωγή (Switching). Υπογραμμίζονται κάποια σημαντικά στοιχεία ως προς τα χαρακτηριστικά και την συνδεσιμότητα:

- Στις συνδέσεις από σημείο σε σημείο χρησιμοποιούνται γραμμές που συνδέουν απευθείας μέσα στους κόμβους
- Στις συνδέσεις με κοινό μέσο όλοι οι κόμβοι έχουν ένα κοινό μέσο μετάδοσης που διαμοιράζει πληροφορίες και δεδομένα. Σε κάθε σύνδεση υπάρχουν κανόνες και πρωτόκολλα όπου καθορίζονται οι πομποί και ποιο έχει την δυνατότητα να μεταδώσει.
- Στις συνδέσεις με μεταγωγή υπάρχουν ειδικές συσκευές (κόμβοι) που προωθούν τα δεδομένα στους σωστούς προορισμούς. Υπάρχει η μεταγωγή κυκλώματος (circuit) και η μεταγωγή πακέτου (packet-switching). Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιείται ένα συγκεκριμένο μονοπάτι μεταξύ δύο σταθμών ενώ στη δεύτερη τα δεδομένα διαμοιράζονται και τεμαχίζονται σε ενδιάμεσους κόμβους και έπειτα σε άλλους. Χρήσιμα παραδείγματα είναι τα τηλεφωνικά δίκτυα (που δεσμεύουν δυο σταθμούς) και το ίντερνετ που τα πακέτα διαμοιράζονται σε ενδιάμεσους κόμβους και μετά σε άλλους (Calogeras, 2016, Κωλέτσου, 2010).

Όπως προαναφέρθηκε και σε προηγούμενο κομμάτι υπάρχουν και μορφές δικτύων που διαχωρίζονται με κριτήριο την έκταση και την απόσταση που καλύπτουν. Έτσι υπάρχουν τα δίκτυα εντός των υπολογιστών που οι επεξεργαστές έχουν απόσταση από λίγα εκατοστά ως και ένα μέτρο. Υπάρχουν τα τοπικά δίκτυα που οι επεξεργαστές μπορεί να έχουν απόσταση λίγων μέτρων (όπως στο ίδιο σπίτι ή στο ίδιο κτίριο) ως και ένα χιλιόμετρο όπως για παράδειγμα μια μεγάλη βιομηχανική μονάδα ή ένα πανεπιστημιακό campus. Τα Μητροπολιτικά και τα δίκτυα Ευρείας Περιοχής καλύπτουν αποστάσεις πόλεων ως και

μερικών δεκάδων χιλιομέτρων (για χρήσεις σε πόλεις και σε χώρες) και –τέλος- το διαδίκτυο που εξυπηρετεί ολόκληρο τον πλανήτη.

Επιπροσθέτως, τα δίκτυα χαρακτηρίζονται και με κριτήριο την μορφή / τοπολογία και υπάρχουν :

- Δίκτυα που έχουν μορφή Αστέρα
- Δίκτυα που έχουν τη μορφή Δακτυλίου
- Δίκτυα που έχουν τη μορφή Δέντρου
- Δίκτυα που έχουν τη μορφή Δίαυλου

Όλες οι μορφές δικτύων χρησιμοποιούν υλικό εξοπλισμό (hardware) και λογισμικά (software), εμπεριέχουν επιπεδοποίηση και συγκεκριμένη οργανωτική δομή με συγκεκριμένα πρωτόκολλα που καθορίζουν τους κανόνες συνδεσιμότητας, διαμοιρασμού και επικοινωνίας (www.siemens.com, Πάγκαλος, 2002).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ETHERNET

2.1 ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ένα τοπικό δίκτυο LAN (από τα αρχικά του Local Area Network)) είναι ένα σύνολο συνδεδεμένων υπολογιστών που δραστηριοποιούνται, λειτουργούν και συνδέονται σε περιορισμένη και συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή / μέρος. Τα δίκτυα LAN είναι ευρύτατα γνωστά και χρησιμοποιούνται σε τεράστιο εύρος. Τοπικό μπορεί να είναι ένα δίκτυο ενός ή περισσότερων δωματίων στο ίδιο σπίτι, μπορεί να είναι τα μηχανήματα / υπολογιστές ενός κτιρίου ή ακόμα και ομάδα κοντινών κτιρίων καθώς και ένα δίκτυο υπολογιστών και μηχανημάτων που υπάρχουν εντός των ορίων μιας βιομηχανικής μονάδας (Tanenbaum, 2000).

Τα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούνται ευρύτατα για να συνδέουν προσωπικούς υπολογιστές, μηχανήματα, επεξεργαστές και σταθμούς εργασίας σε επιχειρήσεις, γραφεία, βιοτεχνίες, καταστήματα και βιομηχανίες με κύριο σκοπό την χρήση των μέσων / μηχανημάτων και την ανταλλαγή ή / και διαμοιρασμό πληροφοριών. Τα τοπικά δίκτυα και οι δυνατότητες τους τα έχουν αναδείξει σαν σημαντικά εργαλεία για την βελτιστοποίησης και των έλεγχο όλων των λειτουργιών (όπως υπογραμμίστηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο). Το τοπικό δίκτυο μιας επιχείρησης που συνδέει αποθήκες, τμήμα παραγγελιών, λογιστήριο και άλλες υπηρεσίες στο ίδιο κτίριο αποτελεί ένα τοπικό δίκτυο. Σε μια βιομηχανία το τοπικό δίκτυο συνδέει επεξεργαστές και υπολογιστές που ξεκινάν από τις εισροές υλικών και άλλων πόρων, μετά ελέγχουν τα μηχανήματα και την λειτουργία τους (δίνοντας τις κατάλληλες εντολές με τα σχεδιασμένα λογισμικά) και όλα ελέγχονται από κάποια κεντρική μονάδα. Στα LAN τα μέλη είναι γνωστά μεταξύ τους, αλλά όχι και στον υπόλοιπο κόσμο που δεν ανήκει στο εσωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης.

Τα LAN διακρίνονται από τα άλλα είδη δικτύων με βάση τρία χαρακτηριστικά:

- το μέγεθος
- την τεχνολογία μετάδοσης
- την τοπολογία τους (Tanenbaum, 2000, Comen, 2001).

Επιπροσθέτως υπογραμμίζεται πως

-
- Τα τοπικά δίκτυα είναι περιορισμένου γνωστού μεγέθους. Λειτουργικά και πρακτικά αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος μετάδοσης έχει συγκεκριμένο εύρος και γνωστός από την αρχή.
 - Η γνώση και η ύπαρξη του ορίου αυτού επιτρέπει τη χρήση συγκεκριμένων τεχνικών, υλικών και τεχνολογιών
 - Η διαχείριση του δικτύου συχνά δεν είναι πολύπλοκη
 - Ένα τοπικό δίκτυο έχει ένα λειτουργικό σύστημα που μπορεί να είναι ένα ολοκληρωμένο λειτουργικό σύστημα δικτύου ή συνδυασμός αριθμού λειτουργικών συστημάτων με δικτυακές δυνατότητες και δυνατότητες για επεκτάσεις.
 - Οι υπολογιστές και οι επεξεργαστές που χρησιμοποιούνται μπορεί να είναι οποιασδήποτε κατηγορίας, μεγέθους, δυνατοτήτων και αξίας.
 - Οι λειτουργίες και οι στόχοι των τοπικών δικτύων έχουν τεράστιο εύρος σε λειτουργικό, εποπτικό, επιχειρησιακό και βιομηχανικό επίπεδο.
 - Υπάρχουν πολλαπλά πλεονεκτήματα της χρήσης ενός τοπικού δικτύου LAN
 - Όλες οι συσκευές μπορούν να μοιράζονται μια ενιαία σύνδεση στο Internet, να μοιράζονται αρχεία μεταξύ τους, να εκτυπώνουν σε κοινόχρηστους εκτυπωτές, να ελέγχουν εισροές και εκροές και να λειτουργούν εποπτικά σε ελέγχους.
 - Σε μεγαλύτερες κλίμακες υπάρχουν εξειδικευμένοι διακομιστές για υπηρεσίες email, αποθήκευσης και πρόσβασης σε άλλους πόρους μιας επιχείρησης (συνήθως σε μεγάλης έκτασης παραγωγικών και βιομηχανικών μονάδων) (Κωλέτσου, 2010, Οικονομίδης, 2012).

2.2 ΔΟΜΕΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ – ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

Οι τεχνολογίες σε δίκτυο LAN σχετίζονται από τον αριθμό των συσκευών που υπάρχουν και των υπηρεσιών που παρέχονται / απαιτούνται στο δίκτυο και τα λογισμικά. Οι τρόποι σύνδεσης που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα δίκτυα LAN είναι τα καλώδια Ethernet και το Wi-Fi. Σε μικρού μεγέθους δίκτυα οι βασικές λειτουργίες πραγματοποιούνται από μια συσκευή (μια συσκευή που συμπεριλαμβάνει το modem, και το router, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν firewall, αλλά και να λειτουργήσει και σαν Wi-Fi access point). Εναλλακτικά, υπάρχουν και τα switches που δίνουν τη δυνατότητα για σύνδεση Ethernet σε πολλαπλά σημεία σύνδεσης. Σε μονάδες και βιομηχανίες που υπάρχουν μεγαλύτερα δίκτυα LAN χρησιμοποιούνται ίδιες τεχνολογίες και ίδιες περίπου συσκευές αλλά είναι πολύ πιο ισχυρές και περισσότερο αποδοτικές. Έτσι, υπάρχουν και χρησιμοποιούνται ισχυρά επαγγελματικά routers / switches που είναι σε θέση να εξυπηρετήσουν περισσότερες ταυτόχρονες συνδέσεις. Οι συσκευές σε μεγάλα δίκτυα έχουν και δυνατότητες / επιλογές για λειτουργίες ασφάλειας, εποπτείας, μέτρησης απόδοσης και ελέγχου (www.pliinfoforiki-edu.gr/) Σε κάθε δίκτυο υπάρχουν και λειτουργούν πολλαπλά και διαφορετικά μηχανήματα και συσκευές. Υπάρχουν μηχανήματα, τα οποία σκοπό έχουν να τρέχουν τα προγράμματα του χρήστη (hosts-κεντρικοί υπολογιστές). Οι hosts συνδέονται μεταξύ τους με άλλο δίκτυο (υποδίκτυο) και γίνεται η μεταφορά μηνυμάτων από host σε host. Συνήθως το υποδίκτυο εμπεριέχει δύο διακεκριμένα στοιχεία που είναι οι γραμμές μετάδοσης και τα στοιχεία μεταγωγής. Οι γραμμές μετάδοσης έχουν στόχο να μετακινούν bits ανάμεσα στα διάφορα μηχανήματα και τα στοιχεία μεταγωγής είναι ειδικοί υπολογιστές που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση δύο η περισσότερων γραμμών μετάδοσης (IMPs - Interface Message processors). Έτσι, στην διαδικασία μεταφοράς / διαμοιρασμού ενός μηνύματος / πακέτου στέλνεται από έναν IMP σ' έναν άλλο μέσω ενός η περισσότερων ενδιάμεσων IMPs, το μήνυμα λαμβάνεται σε κάθε ενδιάμεσο IMP σε όλη του την έκταση, αποθηκεύεται εκεί, έως ότου η επιθυμητή γραμμή εξόδου να είναι ελεύθερη και μετά να προωθηθεί (www.pliinfoforiki-edu.gr/, Παπαζαχαρίας, 2014).

Ιεραρχίες πρωτοκόλλων

Τα σύγχρονα τοπικά δίκτυα υπολογιστών έχουν σχεδιαστεί μ' έναν υψηλό και συγκεκριμένο βαθμό και επίπεδο δόμησης. Κάθε επίπεδο χτίζεται πάνω στο προηγούμενο. Ο αριθμός των επιπέδων, οι ονομασίες τους, τα περιεχόμενα τους, και οι κύριες λειτουργίες όλων διαφέρουν από δίκτυο σε δίκτυο. Όταν δυο δίκτυα επικοινωνούν και διαμοιράζουν δεδομένα μεταξύ τους, τα αντίστοιχα επίπεδα επικοινωνούν. Οι κανόνες και οι συνθήκες που χρησιμοποιούνται

σε αυτή την επικοινωνία είναι γνωστές ως πρωτόκολλο του επιπέδου n . (www.pliroforiki-edu.gr/, www.it.uom.gr/project/MultimediaTech).

Το μοντέλο αναφοράς OSI

Το μοντέλο που βασίζεται σε πρόταση που αναπτύχθηκε από το Διεθνή οργανισμό Τυποποίησης (ISO) ως ένα πρώτο βήμα για την διεθνή τυποποίηση των διαφόρων πρωτοκόλλων ονομάζεται Μοντέλο αναφοράς OSI (Open Interconnection) του ISO διότι ασχολείται με συνδέσεις ανοιχτών συστημάτων, δηλαδή αυτά που είναι ανοικτά για επικοινωνία με άλλα συστήματα. Το μοντέλο OSI έχει συγκεκριμένα επίπεδα και διέπονται από τα εξής χαρακτηριστικά :

- Ένα συγκεκριμένο επίπεδο πρέπει να δημιουργείται εκεί όπου χρειάζεται διαφορετικός βαθμός αφαίρεσης
- Κάθε επίπεδο πρέπει να εκτελεί μια καλά προσδιορισμένη λειτουργία
- Η λειτουργία κάθε επιπέδου πρέπει να επιλέγεται με βάση τα καθορισμένα τυποποιημένα πρωτόκολλα (σε παγκόσμιο επίπεδο)
- Η απόφαση και η επιλογή των ορίων των επιπέδων πρέπει να γίνεται με γνώμονα την ελαχιστοποίηση της ροής των πληροφοριών μέσω των διασυνδέσεων
- Ο αριθμός των επιπέδων θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος, καθώς οι διακεκριμένες λειτουργίες να μην χρειάζεται να τοποθετηθούν μαζί στο ίδιο επίπεδο.
- Επιπροσθέτως να είναι μικρός ώστε να αποφευχθούν πολύπλοκες αρχιτεκτονικές και δομές (www.pliroforiki-edu.gr/, www.it.uom.gr/project/MultimediaTech).

Σύμφωνα με το OSI υπάρχουν:

- Το Φυσικό επίπεδο που ασχολείται με τη μετάδοση ακατέργαστων bits σε ένα κανάλι επικοινωνίας

-
- Το επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων, του οποίου κύρια αποστολή είναι να μετασχηματίζει το ακατέργαστο μέσο μετάδοσης σε μια γραμμή που εμφανίζεται ελεύθερη από σφάλματα μετάδοσης στο επίπεδο δικτύου.
 - Το επίπεδο Δικτύου ασχολείται με τον έλεγχο της λειτουργίας του υποδεικνύου.
 - Το επίπεδο Μεταφοράς, του οποίου βασική λειτουργία είναι η αποδοχή δεδομένων από το επίπεδο συνόδου, η διάσπαση αυτών σε μικρότερες μονάδες εάν χρειαστεί, η μεταφορά τους στο επίπεδο δικτύου και η διασφάλιση ότι όλα τα τμήματα φτάνουν σωστά στην άλλη πλευρά.
 - Το επίπεδο Συνόδου, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες διαφορετικών μηχανημάτων να εγκαθιστούν συνόδους μεταξύ τους.
 - Το επίπεδο Παρουσίασης, το οποίο εκτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες οι οποίες ζητούνται αρκετά συχνά από τους χρήστες, για να εξασφαλίσουν την εύρεση μιας γενικής λύσης.
 - Το επίπεδο Εφαρμογής, το οποίο περιέχει μια ποικιλία πρωτοκόλλων που χρειάζονται συχνά. (Sink, 2012, Xasapis, 2011).

Στα τοπικά δίκτυα εφαρμόζονται συνήθως οι προδιαγραφές του φυσικού επιπέδου Ethernet. Οι κόμβοι ενός τοπικού δικτύου συνδέονται μεταξύ τους με ενσύρματο ή ασύρματο δίαυλο επικοινωνίας. Η σύνδεση επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας μια κάρτα δικτύου, σειριακές θύρες υπολογιστών και τα μέσα μετάδοσης συνήθως είναι

- ✓ τύποι καλωδίου (συνήθως χαλκού)
- ✓ οπτικές ίνες

Στην ενσύρματη εγκατάσταση τα τοπικά δίκτυα έχουν εμβέλεια που φτάνουν τα 100 χλμ. Υπάρχουν διάφορες τοπολογίες τοπικών δικτύων όπως άστρου, αρτηρίας, δακτυλίου, δένδρου, διπλός δακτύλιος, άστρου δακτυλίου και δικτυωτό. Τα πρώτα αρχικά δίκτυα περιορίζονταν σε μήκος καλωδίωσης έως 20 χλμ. και έδιναν ρυθμούς μετάδοσης έως 16 Mbps. Αργότερα οι αποστάσεις επεκτάθηκαν σε μήκος έως 100 χλμ. δίνοντας αυξημένους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων (που φτάνουν έως 100 Mbps) ενώ οι νέες ψηφιακές τεχνολογίες αποδίδουν ρυθμούς έως και 2 Gbps. Το αναγνωριστικό κάθε υπολογιστή που ανήκει σε κάποιο δίκτυο, είτε τοπικό, είτε μέσα σε μια περιοχή είναι διεύθυνση IP (μοναδική για κάθε υπολογιστή στο εύρος από 1.0.0.0 ως 255.255.255.255.)

Σε κάθε υπολογιστή αναλογούν δύο διευθύνσεις IP η εσωτερική και η εξωτερική. Η εσωτερική είναι η IP του υπολογιστή στο τοπικό δίκτυο και η εξωτερική είναι η IP που

επικοινωνείς με το Διαδίκτυο (www.pliroforiki-edu.gr/,
www.it.uom.gr/project/MultimediaTech).

2.3 ETHERNET

Πιθανώς το πλέον γνωστό σύστημα τοπικής δικτύωσης είναι το Ethernet. Αποτελεί μία από τις τεχνολογίες που επιτρέπουν τη σύνδεση σε ενσύρματα τοπικά δίκτυα (Δίκτυα LAN και της δίκτυα ευρεία WAN) . Το Ethernet επιτρέπει σε κάθε συσκευή που είναι συνδεδεμένη σε αυτήν να επικοινωνεί και να διαμοιράζεται πληροφορίες, μέσω ειδικών πρωτοκόλλων που λειτουργούν ως κοινή γλώσσα του δικτύου. Με το πέρασμα του χρόνου οι ρυθμοί και οι ταχύτητες μετάδοσης αυξάνονται διαρκώς. Ένα Δίκτυο Ethernet αυτή τη στιγμή μπορεί να συνδέσει συσκευές με μέγιστες ταχύτητες έως 100 Gbit / s και στο μέλλον οι ρυθμοί αυξάνονται (www.siemens.com).

Το Ethernet δεν είναι μόνο υπεύθυνο για τη σύνδεση συσκευών στο Διαδίκτυο αλλά επιτρέπει και την σύνδεση συσκευών γενικότερα, γεγονός που δίνει τεράστια πλεονεκτήματα στα νοικοκυριά και στις επιχειρήσεις / βιομηχανίες. Οι συνδέσεις Ethernet χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση:

- ✓ Μεταξύ διαφορετικών επεξεργαστών και υπολογιστών.
- ✓ Μεταξύ υπολογιστών και άλλων συσκευών (όπως για παράδειγμα εκτυπωτών, plotters κτλ.)
- ✓ Μεταξύ επεξεργαστών ψηφιακών μέσων
- ✓ Μεταξύ πολλών άλλων συσκευών που επιτρέπουν αυτόν τον τύπο σύνδεσης. Το εύρος και είδος των συσκευών είναι τεράστιο και συχνά συνδέονται μηχανήματα και επεξεργαστές που σχετίζονται με παραγωγικές και βιομηχανικές εφαρμογές. Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη του αυτοματισμού έδωσε νέα ώθηση στις βιομηχανικές συνδέσεις και τα δίκτυα. (Stallings, 2015, Χειλας, 2015)

Οι μηχανικοί Bob Metcalfe και DR Boggs ανέπτυξαν το Ethernet ξεκινώντας από το 1972. Τα βιομηχανικά πρότυπα βάσει των εργασιών τους καθορίστηκαν το 1980 σύμφωνα με το σύστημα προδιαγραφών Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών. Οι προδιαγραφές Ethernet ορίζουν και εμπεριέχουν πρωτόκολλα μετάδοσης δεδομένων χαμηλού επιπέδου και υπάρχουν συγκεκριμένες και τυποποιημένες τεχνικές λεπτομέρειες που πρέπει

να γνωρίζουν οι κατασκευαστές / παραγωγοί (για την κατασκευή προϊόντων Ethernet που εμπεριέχουν κάρτες και καλώδια διάφορων επιπέδων και ποιοτήτων). Στα πρώτα στάδια το αρχικό Ethernet λειτουργούσε με ταχύτητες και ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων ως 3 Mbps, μέσω ενός ομοαξονικού καλωδίου στο οποίο συνδέονταν οι επιμέρους υπολογιστές του δικτύου (token ring). Τη διασύνδεση πραγματοποιούσε μία κάρτα δικτύου Ethernet προσαρτημένη σε κάθε κόμβο, με κάθε κάρτα να χαρακτηρίζεται από μία μοναδική, εργοστασιακή 48-bit διεύθυνση MAC. Τα τελευταία χρόνια η σύνδεση token ring δεν χρησιμοποιείται και οι επιμέρους υπολογιστές του δικτύου συνδέονται ο καθένας σε ανεξάρτητη θύρα ενός router ή διανομέα. Έχουν εμφανιστεί και αναπτυχθεί νέες εκδόσεις του Ethernet οι οποίες χρησιμοποιούν είτε κοινά καλώδια χαλκού με αθωράκιστα ή θωρακισμένα (UTP / STP) συνεστραμμένα ζεύγη αγωγών ή οπτικές ίνες. Με το πέρασμα των χρόνων οι ταχύτητες και οι ρυθμοί μετάδοσης συνεχώς βελτιώνονται. Υπήρχαν και υπάρχουν

- Ethernet (10Mbps)
- Fast Ethernet (100 Mbps),
- Gigabit Ethernet (1 Gbps),
- 10 Gigabit Ethernet (10Gbps)

(www.pliroforiki-edu.gr/, www.it.uom.gr/project/MultimediaTech, Stallings, 2015).

Για τις παραπάνω ταχύτητες χρησιμοποιούνται καλώδια χαλκού, ειδικά εξαρτήματα και οπτικές ίνες και για κάθε επίπεδο ρυθμού υπάρχουν συγκεκριμένα υλικά και πρωτόκολλα που καθορίζουν τόσο την μέγιστη δυνατή ταχύτητά και τα περιθώρια αναβάθμισης (Sink, 2012)

Τοπολογίες και πρωτόκολλα Ethernet

Το παραδοσιακό Ethernet χρησιμοποιεί μια τοπολογία λεωφορείου (BUS) καθώς όλες οι συσκευές / κεντρικοί υπολογιστές στο δίκτυο χρησιμοποιούν την ίδια κοινή γραμμή επικοινωνίας. Έτσι

- Κάθε συσκευή διαθέτει διεύθυνση Ethernet (διεύθυνση MAC)
- Οι συσκευές αποστολής χρησιμοποιούν διευθύνσεις Ethernet για να καθορίσουν τους ζητούμενους παραλήπτες μηνυμάτων.
- Τα δεδομένα που αποστέλλονται μέσω Ethernet υπάρχουν με τη μορφή πλαισίων που περιέχουν μια κεφαλίδα, μια ενότητα δεδομένων και ένα υποσέλιδο με συνολικό μήκος όχι μεγαλύτερο από 1.518 byte.
- Η κεφαλίδα Ethernet περιέχει τις διευθύνσεις του παραλήπτη και του αποστολέα.

-
- Τα δεδομένα που αποστέλλονται μέσω του Ethernet μεταδίδονται αυτόματα σε όλες τις συσκευές του δικτύου.
 - Συγκρίνοντας τη διεύθυνση Ethernet με τη διεύθυνση στην κεφαλίδα του πλαισίου, κάθε συσκευή Ethernet ελέγχει κάθε πλαίσιο για να προσδιορίσει εάν προορίζεται για αυτό και διαβάζει ή απορρίπτει το πλαίσιο ανάλογα.
 - Οι προσαρμογείς δικτύου ενσωματώνουν αυτήν τη λειτουργία στο υλικό τους.
 - Οι συσκευές που θέλουν να μεταδώσουν σε ένα δίκτυο Ethernet πραγματοποιούν πρώτα έναν προκαταρκτικό έλεγχο για να προσδιορίσουν εάν το μέσο είναι διαθέσιμο ή εάν μια μετάδοση βρίσκεται σε εξέλιξη.
 - Εάν το Ethernet είναι διαθέσιμο, η συσκευή αποστολής μεταδίδει στο καλώδιο
 - Το πρότυπο Ethernet δεν αποτρέπει πολλαπλές ταυτόχρονες μεταδόσεις.
 - Το Ethernet χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο που βασίζεται σε τυχαίους χρόνους καθυστέρησης για να προσδιορίσει την κατάλληλη περίοδο αναμονής μεταξύ των αναμεταδόσεων.
 - Ο προσαρμογέας δικτύου εφαρμόζει επίσης αυτόν τον αλγόριθμο.
 - Στο αρχικό παραδοσιακό Ethernet, το πρωτόκολλο για μετάδοση, ακρόαση και ανίχνευση συγκρούσεων είναι γνωστό ως CSMA / CD (ανιχνευτής πολλαπλής πρόσβασης / ανίχνευση σύγκρουσης).
 - Ορισμένες νεότερες μορφές Ethernet δεν χρησιμοποιούν CSMA / CD. Υπάρχει το νέο πρωτόκολλο full-duplex Ethernet, το οποίο υποστηρίζει ταυτόχρονη αποστολή και λήψη (el.tipsandtricks.com/networking-101-ethernet-767500, www.informatique-mania.com)

2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ETHERNET

Μεταξύ των κύριων πλεονεκτημάτων της σύνδεσης Ethernet:

- Χρησιμοποιεί περισσότερο το εύρος ζώνης .
- Ταχύτητες που συνεχώς αυξάνονται. Η ταχύτητα σύνδεσης με το δρομολογητή είναι πολύ πιο γρήγορη. Τα τελευταία χρόνια οι συνδέσεις Ethernet είναι συνήθως τουλάχιστον 1 Gbps.
- Αξιοπιστία. Έχοντας τη σύνδεση μέσω καλώδιο δικτύου , το εύρος ζώνης θα είναι πολύ καλύτερο. Από τη χρήση του Wi-Fi ο εξοπλισμός θα έχει απώλειες όταν απομακρυνόμαστε από το δρομολογητή / πηγή / πομπό σήματος.
- Μεταφορά δεδομένων. Η σύνδεση καλωδίου Ethernet χαρακτηρίζεται επίσης από το γεγονός ότι είναι πολύ πιο γρήγορο για τη μεταφορά πληροφοριών. Μια ασύρματη σύνδεση μπορεί να κρυπτογραφηθεί ανάλογα με τη διαμόρφωσή της και δεν θα γίνει αντιληπτό η γνωστό ποιος προσπαθεί να αποκτήσει πρόσβαση στα δεδομένα.
- Γρήγορη εγκατάσταση. Η σύνδεση και οι συνδέσεις / εργασίες σε δίκτυο Ethernet, δεν απαιτούν πολύχρονες και χρονοβόρες κατασκευαστικές εργασίες. Επίσης, δεν απαιτούν ιδιαίτερα αυξημένο κόστος.
- Συμβατότητα. Το δίκτυο Ethernet είναι συμβατό με τη συντριπτική πλειονότητα των δρομολογητών και των υπολογιστικών συσκευών. Έτσι υπάρχει διαμοιρασμός υλικού και χρήσεις σε φορητούς υπολογιστές, επιτραπέζιους υπολογιστές, εκτυπωτές , μεταξύ άλλων εξοπλισμού που χρησιμοποιείται γενικά σε γραφεία και σε άλλες βιομηχανικές συσκευές και μηχανήματα που διαθέτουν την κατάλληλα τεχνολογικά. (el.tipsandtricks.com/networking-101-ethernet-767500, www.informatique-mania.com, Stallings, 2003).

Το μειονέκτημα του ενσύρματου δικτύου Ethernet είναι ότι έχει συνήθως ένα μέγιστο εύρος 100 μέτρων (πρακτικά περιορίζεται κοντά στα 90 μέτρα).

2.5 ΧΡΗΣΕΙΣ

Η τεχνολογικά και η χρήση Ethernet εκτός από την τοπική δικτύωση έγινε επίσης χρηστικό και για πολλούς άλλους τομείς όπως η βιομηχανία, η αεροναυπηγική, οι τηλεπικοινωνίες, οι μεταφορές, η ψυχαγωγία και τα ψηφιακά πολυμέσα.

Το Ethernet στα αρχικά στάδια ξεκίνησε ως τεχνολογία τοπικής δικτύωσης σε εταιρικά δίκτυα και επεκτάθηκε σε ιδιωτικά και δημόσια δίκτυα. Τα δημόσια δίκτυα περιλαμβάνουν τα δίκτυα Carrier Grade Ethernet και Ethernet in the first mile. Τα ιδιωτικά δίκτυα περιλαμβάνουν τα «embedded» δίκτυα (βιομηχανικά, ηλεκτρονικών συστημάτων αεροσκαφών, κτλ.) καθώς επίσης και τα δίκτυα πολυμέσων. Τα τελευταία χρόνια, με την αλματώδη ανάπτυξη του διαδικτύου και των υπολογιστών υπάρχει μεγάλη ζήτηση για οικιακά δίκτυα που έχουν απαιτήσεις για εφαρμογές πολυμέσων και ψυχαγωγίας.

Υπάρχει το Metro Ethernet που είναι ένα δίκτυο υπολογιστών που καλύπτει μια μεγάλη περιοχή και το οποίο είναι βασισμένο στα πρότυπα Ethernet. Το Metro Ethernet χρησιμοποιείται συνήθως για να συνδέσει τους συνδρομητές και τις επιχειρήσεις με ένα μεγαλύτερο δίκτυο υπηρεσιών ή το Διαδίκτυο και χαρακτηρίζεται από αξιοπιστία και χαμηλό κόστος.

Το Industrial Ethernet αναφέρεται στη χρήση της πρωτοκόλλων Ethernet σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον. Χρησιμοποιείται για την διαχείριση και τον έλεγχο της αυτοματοποίησης της παραγωγής και των παραγωγικών διεργασιών που λαμβάνουν μέρος. Χρησιμοποιούνται διάφορες και διαφορετικές τεχνικές λειτουργίες ώστε να προσαρμοστεί το Ethernet στις ανάγκες των βιομηχανιών. Μέσω του Ethernet, τα συστήματα αυτοματοποίησης διαφορετικών κατασκευαστών μπορούν να διασυνδεθούν και να λειτουργήσουν υπό ένα ενιαίο σύστημα. Το Industrial Ethernet εκμεταλλεύεται το γεγονός της μεγάλης δημοτικότητας και χρηστικότητας του Ethernet με σκοπό να μειώσει το κόστος και να βελτιώσει την απόδοση της επικοινωνίας μεταξύ των βιομηχανικών μερών και συντελεστών. Ο εξοπλισμός και τα εξαρτήματα (στο industrial Ethernet) είναι σχεδιασμένα και κατασκευασμένα έτσι ώστε να αντέχουν σε ακραία περιβάλλοντα εργασίας που διέπουν την βιομηχανική παραγωγή (υγρασία, συνεχείς δονήσεις, ακραίες θερμοκρασίες) (Tanenbaum, 2006, el.tipsandtricks.com/networking-101-ethernet-767500, www.informatique-mania.com)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. INDUSTRIAL ETHERNET

3.1 ΧΡΗΣΗ

Η συγκεκριμένη τεχνολογία και ο τρόπος δικτύωσης χρησιμοποιείται ευρέως και προφέρει τεράστιο εύρος δυνατοτήτων και εφαρμογών. Στο Ethernet στηρίζονται οι συνδέσεις του διαδικτύου και πλέον χρησιμοποιείται από δισεκατομμύρια χρήστες. Εκτός από τις οικιακές χρήσεις σε εφαρμογές δικτύων υπολογιστών, το Ethernet χρησιμοποιείται σε περιβάλλον γραφείου και πλέον είναι εξαιρετικά διαδεδομένο στους βιομηχανικούς κλάδους. Η διάδοση και η χρήση του σε βιομηχανικές εφαρμογές δημιούργησε το ξεχωριστά Industrial Ethernet που σε βιομηχανικό περιβάλλον έχει σημαντικές λειτουργίες. Χρησιμοποιείται

- ✓ Για την σύνδεση μηχανήματων και υπολογιστών σε γραμμές παραγωγής
- ✓ Σε εφαρμογές παραγωγικού και βιομηχανικού ελέγχου
- ✓ Σε εφαρμογές αυτοματισμών και αυτοματοποιημένων λειτουργιών
- ✓ Σε εποπτικές διαδικασίες
- ✓ Σε λογισμικά που χρησιμοποιούνται για μέτρηση αποδοτικότητας (Sink, 2012)

Γίνεται άμεσα αντιληπτό πως είναι ένα εξαιρετικά σημαντικό εργαλείο που επηρεάζει την αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα κάθε βιομηχανικής εφαρμογής και υποστηρίζει τον σχεδιασμό, την οργάνωση, την διαχείριση, τον έλεγχο και την λήψη των αποφάσεων. Σε συνδυασμό με τεχνολογίες μεταγωγής (switching), με αμφίδρομες μεταφορές δεδομένων και με αυτοματοποιημένα πρότυπα (automation & auto-sensing) δημιουργούνται εκείνες οι συνθήκες που επιτρέπουν τεράστιο εύρος εφαρμογών στην βιομηχανία. Κάθε βιομηχανική μονάδα μπορεί να επιλέξει τα συστήματα και το είδος εφαρμογών ανάλογα με το είδος των αναγκών και των ιδιοτήτων της. Κάθε μονάδα διαθέτει ξεχωριστά δίκτυα για διαφορετικές διοικητικές, επιχειρησιακές και παραγωγικές διαδικασίες. Τα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούνται για εφαρμογές στις προμήθειες, στο ανθρώπινο δυναμικό, στην έλεγχο της παραγωγής, στον έλεγχο των μηχανήματων, στις λογιστικές καταγραφές και σε οτιδήποτε άλλο σχετίζεται με κάθε πιθανή εισροή ή εκροή (NETEON, 2015)

Μέσα σε μια μονάδα λειτουργεί το διοικητικό δίκτυο που υποστηρίζει τις βασικές διοικητικές λειτουργίες (λογιστικές καταγραφές, διαχείριση και έλεγχος προμηθειών, διαχείριση

ανθρώπινου δυναμικού κτλ.) και είναι βασισμένο –συνήθως- στα πρότυπα και πρωτόκολλα Ethernet. Υπαρχει το δίκτυο του επιπέδου ελέγχου που συνδέει εποπτικές συσκευές (όπως PLC, I/O & HMI) και η λειτουργία του γίνεται με συσκευές ρούτερ και πύλες / gateaways για να μεταγλωττίζονται και κωδικοποιούνται τα ζητούμενα δεδομένα / πρωτόκολλα που είναι Ethernet based. Υπαρχει και το δίκτυο του επιπέδου συσκευών που συνδέει διαφορετικές συσκευές με αισθητήρες, διακόπτες και άλλες αυτοματοποιημένες συσκευές / λειτουργίες / εφαρμογές. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του industrial Ethernet είναι πως είναι σε λειτουργική θέση να ενοποιεί τα τρία ξεχωριστά δίκτυα σε ένα ενιαίο. Χωρίς το Ethernet θα υπήρχε απαίτηση για αρχιτεκτονικό σχεδιασμό τριών πολύπλοκων δικτύων με συνδέσεις fieldbus. Το Ethernet επιτρέπει την λειτουργία ενός δικτύου που μέσω αυτού υπάρχει διαμοιρασμός δεδομένων και ελέγχου μεταξύ του συνόλου των συσκευών μέσα σε μια βιομηχανική και παραγωγική μονάδα (Wang, 2012, www.cisco.com)

3.2 ΔΙΑΦΟΡΕΣ INDUSTRIAL ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΕΤHERNET

Το βιομηχανικό Ethernet σαφέστατα είναι βασισμένο στις ίδιες αρχές και στα ίδια πρότυπα με το συμβατικό και σαφέστατα και τα δύο χρησιμοποιούν και διέπονται από την ίδια τεχνολογία. Οι ανάγκες όμως των συστημάτων σε βιομηχανικό και σε οικιακό περιβάλλον (ή ακόμα και σε περιβάλλον γραφείου) δεν είναι ίδιες. Μια πιθανή καθυστέρηση, μια πιθανή αστοχία ή ακόμα και μια ολιγόλεπτη διακοπή της λειτουργίας του δικτύου σε ένα οικιακό περιβάλλον δεν θα έχει σημαντικές συνέπειες. Σε βιομηχανικό περιβάλλον όμως οι ίδιες καθυστερήσεις, αστοχίες και παύσεις μπορεί να δημιουργήσουν τεράστια προβλήματα στην παραγωγή και τεράστιες ζημιές. Σε βιομηχανικό επίπεδο οι εταιρίες επενδύουν μεγάλα ποσά σε εξοπλισμό και τεχνογνωσία ώστε το βιομηχανικό Ethernet να εξασφαλίζει ασφάλεια, συνέπεια και να ελαχιστοποιούνται οι αστοχίες (Wang, 2012, www.rtautomation.com)

Παρακάτω υπογραμμίζονται κάποιες βασικές διαφορές.

- Σε βιομηχανικό περιβάλλον χρησιμοποιείται διαφορετικός εξοπλισμός καθώς το βιομηχανικό Ethernet καλείται να λειτουργήσει κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Χρησιμοποιούνται υλικά, διακόπτες και καλώδια τα οποία έχουν αυξημένες αντοχές σε χτυπήματα, θερμοκρασίες και ακραία φαινόμενα υγρασίας και φυσικού περιβάλλοντος. Τα switch σε βιομηχανικό περιβάλλον είναι σχεδιασμένα να λειτουργούν σε θερμοκρασίες εύρους 0 ως 70 βαθμούς. Ως προς την προστασία ρεύματος και τάσεων είναι σχεδιασμένα να ανταπεξέρχονται σε μεταβολές (δουλεύουν με συνεχή τάση 24V) και όλες οι συσκευές έχουν συστήματα προστασίας τόσο για την τάση όσο και για την συνεχή τροφοδοσία. Σαφέστατα, όλες οι συσκευές / σταθμοί και όλα τα καλώδια είναι κατασκευασμένα και σχεδιασμένα με κατάλληλα υλικά που να εξασφαλίζουν αντοχή και μακροχρόνια χρήση. Σε οικιακό περιβάλλον (και σε ένα συνηθισμένο περιβάλλον γραφείου) τόσο τα υλικά όσο και ο σχεδιασμός τροφοδοσίας δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις ως προς την καθημερινή χρήση.
- Σε βιομηχανικό περιβάλλον υπάρχει αυτοματισμός και διαφορετικά επίπεδα διαμοιρασμού. Ένα μεγάλο ποσοστό της κίνησης γίνεται σε τοπικές LAN εφαρμογές και το δίκτυο σχεδιάζεται ώστε να υπάρχει διαμοιρασμός σε πολλαπλούς αποδέκτες. Η διανομή των πακέτων πρέπει να γίνεται ταυτόχρονα. Στο οικιακό περιβάλλον δίνεται προτεραιότητα στην αποδοτικότητα του δικτύου και όχι στην ταυτόχρονη πρόσβαση (Duffy, 2009)

-
- Σε βιομηχανικό περιβάλλον χρησιμοποιούνται «έξυπνες» συσκευές και εφαρμογές όπως συσκευές ελέγχου πολλαπλών διανομών, εικονικά τοπικά δίκτυα και συστήματα προστασίας και εφεδρείας.
 - Οι εφαρμογές σε βιομηχανικό περιβάλλον απαιτούν ντετερμινισμό με επικοινωνία πραγματικού χρόνου με αυξημένα επίπεδα ασφαλείας (Duffy, 2009, www.versatek.com)

3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ETHERNET

Το βιομηχανικό Ethernet έχει πολλαπλά πλεονεκτήματα:

- ✓ Είναι σε θέση να συνδέσει υπολογιστές και άλλες συσκευές αυτοματισμού που δίνει τεράστια ώθηση και συνθήκες βιομηχανικού ελέγχου στις διαδικασίες. Έτσι, οι συνδέσεις και η επικοινωνία υπολογιστών, μηχανημάτων σε συνδυασμό με τις αυτοματοποιημένες εφαρμογές δίνει σημαντικά εφόδια σε κάθε βιομηχανική εφαρμογή.
- ✓ Είναι σε θέση να καλύψει και να διεκπαιραιώσει εφαρμογές που απαιτούν μεγάλη κλίμακα και όγκο πληροφοριών / δεδομένων.
- ✓ Είναι σε θέση να καλύψει τις παραπάνω διαδικασίες με γρήγορους ρυθμούς μετάδοσης και αυξημένες ταχύτητες.
- ✓ Δικτυώνει παραγωγικές μονάδες και τμήματα με γραφεία / κέντρα ελέγχου και διοικητικά κέντρα.
- ✓ Διέπεται από τυποποιημένα πρότυπα και συνδεσιμότητα που καθιστά εφικτή την διασύνδεση μεταξύ διαφορετικών συσκευών χωρίς πολύπλοκες αρχιτεκτονικές και πολύπλοκα συστήματα μετάδοσης. Αυτό επιφέρει πλεονεκτήματα και χαμηλότερο κόστος και στους παραγωγούς των συστημάτων βιομηχανικού Ethernet και στις βιομηχανίες που το χρησιμοποιούν.
- ✓ Έχει αυξημένα επίπεδα ταχυτήτων σε σχέση με άλλα συστήματα (Profibus, Fieldbus)
- ✓ Υπάρχει η δυνατότητα λειτουργιών σε μεγαλύτερες αποστάσεις
- ✓ Υπάρχει μεγαλύτερη διαθεσιμότητα και δεν τίθεται σε ρίσκο κάποια λειτουργία εξαιτίας διακοπών ή υπερφόρτωσης του δικτύου. Επιπροσθέτως, εξασφαλίζονται ταυτόχρονα και νέες επεκτάσεις χωρίς κάποια δυσλειτουργία.
- ✓ Η αρχιτεκτονική και τα πρωτόκολλα συνδέουν όλες τις συσκευές και με το διαδίκτυο.

-
- ✓ Επιτρέπει το προσωπικό και την διοίκηση κάθε βιομηχανικής μονάδας να εποπτεύουν (είτε από γραφεία είτε από απόσταση) και να ελέγχουν κάθε στάδιο και διαδικασία τόσο σε κάθε μηχανήμα ξεχωριστά όσο και στο σύνολο. Αυτομάτως βελτιστοποιείται η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα μέσω της οργάνωσης και του ελέγχου.
 - ✓ Πολλές από τις υπηρεσίες είναι ήδη γνωστές σε πολλές ψηφιακές εφαρμογές και δεν είναι δύσκολη η προσαρμογή για την χρησιμοποίησή του
 - ✓ Τα υλικά, τα συστήματα πρόσβασης, ο εξοπλισμός είναι εύκολα αναπτυσσόμενος, ανθεκτικός και εμπεριέχει μικρότερα επίπεδα κόστους σε σχέση με παλιότερες σειριακές συσκευές και συστήματα.
 - ✓ Η χρήση του μειώνει τον επενδυτικό κίνδυνο σε όλα τα πιθανά επίπεδα.
 - ✓ Όλα τα υλικά, οι συσκευές και τα πρωτόκολλα που επηρεάζουν την ταχύτητα και τις ροές δεδομένων αναπτύσσονται και βελτιώνονται συνεχώς και είναι άμεσα αναβαθμιζόμενα και συμβατά (Sink, 2012, Neteon, 2015).

Τα μειονεκτήματα του βιομηχανικού Ethernet είναι σχετικά λίγα (σε σύγκριση με τα πλεονεκτήματα). Η πρόσβαση στο δίκτυο γίνεται με τεχνικές / μεθόδους πολλαπλής πρόσβασης και με ανιχνεύσεις σήματος και συγκρούσεων. Κάποιες φορές κάποιος σταθμός για να μεταδώσει δεδομένα αναμένει μέχρι τα κανάλια να μείνουν ελεύθερα / αδρανή. Αν τύχει εκείνη την στιγμή να μεταδίδει κάποιος άλλος σταθμός τότε ανιχνεύεται η σύγκρουση και σταματάει η μετάδοση δημιουργώντας διακοπές και καθυστερήσεις. Για την αντιμετώπιση αυτού χρησιμοποιούνται διακόπτες (switched industrial Ethernet) και ειδικά συστήματα που επιτρέπουν την πραγματική μετάδοση και τον ντετερμινισμό. Παλιότερα (όταν οι ρυθμοί μετάδοσής και οι ταχύτητες δεν ήταν όσο σήμερα) εμφανίζονται και αστοχίες από τις απαιτήσεις του ελάχιστου μεγέθους πλαισίου (Wang, 2012, www.rtautomation.com, 2021).

3.4 ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ – ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ

Τα δίκτυα Ethernet για να είναι αποδοτικά και αποτελεσματικά πρέπει να διέπονται από συγκεκριμένες προϋποθέσεις, εξοπλισμό και σχεδιαστική επάρκεια ώστε να εξυπηρετούν άρτια τις βιομηχανικές εφαρμογές που πρέπει να υποστηρίζουν. Τα σύγχρονα δίκτυα Ethernet εκμεταλλεύονται τις τεχνολογίες fieldbus αλλά προσφέρουν μεγαλύτερο εύρος ζώνης και επιπλέον δυνατότητες συνδεσιμότητας και αυτοματισμού. Η αποτελεσματικότητα του δικτύου εξαρτάται από τον βαθμό στον οποίο είναι σχεδιασμένο και στην λειτουργικότητα του και πρέπει να διέπεται από ασφάλεια, πρόσθετες υπηρεσίες, αξιοπιστία, εύχρηστες εφαρμογές, εργονομία και ντετερμινιστικά χαρακτηριστικά (www.rtautomation.com).

ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Ένα από τα σημαντικότερα θέματα στα βιομηχανικά δίκτυα και σαφέστατα στο βιομηχανικό Ethernet είναι η βελτιστοποίηση της ασφάλειας. Η ασφάλεια στα βιομηχανικά δίκτυα σχετίζεται :

- Την αποτροπή ψηφιακών «εισβολών»
- Την προστασία των ενδοεπιχειρησιακών επικοινωνιών
- Την προστασία των δεδομένων διαμοιρασμού
- Την βελτιστοποίηση της ακεραιότητας
- Την βελτιστοποίηση της εμπιστευτικότητας
- Την ασφαλή βιομηχανική διαδικασία
- Την βέλτιστη προστασία των μηχανημάτων, του εξοπλισμού και το ανθρώπινου παράγοντα (Wang, 2012, www.cisco.com).

Ένα σημαντικό στοιχείο είναι η πρόσβαση στο δίκτυο να γίνεται μόνο από άτομα που έχουν εξουσιοδότηση και δικαίωμα να χρησιμοποιούν το δίκτυο κάθε βιομηχανίας. Έτσι δεν υπάρχει κίνδυνος να γίνουν αλλαγές στην βιομηχανική διαδικασία και προστατεύεται ο εξοπλισμός (είτε υλικό είτε σε λογισμικό επίπεδο). Η προστασία των πληροφοριών σε κάθε βιομηχανική διαδικασία είναι σημαντικό ζήτημα για κάθε οργανισμό και επιχείρηση (Wang, 2012).

Παρακάτω δίνονται κάποιες χρήσιμες μέθοδοι για την προστασία των υπολογιστών, των plc, του εξοπλισμού και γενικότερα κάθε κομματιού που εμπεριέχεται και επηρεάζει το δίκτυο κάθε βιομηχανικού Ethernet. Συνοπτικά:

- Υπάρχουν μέθοδοι και λογισμικά που ελέγχουν την αυθεντικοποίηση και την πρόσβαση σε κάθε (νόμιμο) χρήστη.
- Υπάρχουν μέθοδοι αποκρυπτογράφησης των ψηφιακών δεδομένων που διαμοιράζονται ώστε να μην τίθεται σε κίνδυνο εξωτερικών παρεμβάσεων και παρακολούθησης. Με τεχνολογίες VPN, SSL επιτυγχάνονται κρυπτογραφήσεις σε επίπεδα εφαρμογής και προγραμματισμού των συσκευών και όλου του δικτυακού εξοπλισμού. Το σύνολο των μεθόδων προστατεύουν όλο το σύστημα διαχείρισης του δικτύου που ελέγχει την βιομηχανική παραγωγή, τα συστήματα παρακολούθησης, τα συστήματα που διαχειρίζονται τις διαθεσιμότητες υλικών και άλλων πόρων και – τέλος – τα διοικητικά συστήματα / δίκτυα και εφαρμογές.
- Υπάρχουν εικονικά δίκτυα (VLAN) τα οποία δημιουργούν πολλαπλά υποδίκτυα IP στα πλαίσια εφαρμογών Ethernet switch. Έτσι, βελτιστοποιείται η ασφάλεια καθώς υπάρχει ψηφιακός εικονικός διαχωρισμός των βάσεων δεδομένων. Επιπλέον, με τα εικονικά δίκτυα μπορούν να ομαδοποιηθούν διάφορες και διαφορετικές συσκευές κι εφαρμογές και να βελτιωθεί η αποτελεσματική ασφάλεια του δικτύου.
- Με τα VLANs δίνεται η δυνατότητα ομαδοποίησής και διαχωρισμού συγκεκριμένων συσκευών ώστε να δοθούν οι απαραίτητες προτεραιότητες όπου είναι αυτό εφικτό και όπου είναι δυνατόν να ζητηθεί για θέματα και ζητήματα ασφάλειας (Duffy, 2009, www.landtronix.com)

Μετά την ασφάλεια και εξίσου σημαντικής σημασίας ζήτημα στο βιομηχανικό Ethernet είναι η αξιοπιστία και οι μέθοδοι που αυτή επιτυγχάνεται στο μέγιστο βαθμό. Όπως προαναφέρθηκε και σε παραπάνω κομμάτι της εργασίας σε βιομηχανικό επίπεδο η αξιοπιστία του δικτύου και η αξιόπιστη και συνεχής λειτουργία του που δεν θα θέτει σε κίνδυνο την βιομηχανική παραγωγή. Το δίκτυο Ethernet σε βιομηχανικό περιβάλλον λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο και πολλαπλά επίπεδα (φυσικό, μετάδοσης δεδομένων, επίπεδο δικτύου και διοικητικό / εποπτικό). Σε κάθε επίπεδο χρησιμοποιούνται «έξυπνα» συστήματα, αυτοματισμός και μέθοδοι που έχουν κυριο σκοπό την συνεχή και αξιόπιστη λειτουργία του δικτύου και των βιομηχανικών εφαρμογών / συσκευών / μηχανημάτων (Sink, 2012, Neteon, 2015).

Η αξιοπιστία του δικτύου Ethernet γίνεται ελέγχεται σε όλα τα επίπεδα και σε κάθε ένα ξεχωριστά γίνονται οι απαραίτητες ενέργειες ώστε να διασφαλίζεται η βέλτιστη λειτουργία και η αποτελεσματικότητα της μονάδας. Στο φυσικό επίπεδο η αξιοπιστία εξασφαλίζεται με εξοπλισμό που διέπεται από συγκεκριμένες «περιττές» λειτουργίες. Η έννοια και ο όρος «περιττός» υπογραμμίζεται σαν βοηθητικούς, εφεδρικός και ενισχυτικούς (back up) και όχι «αχρείαστος» όπως συνηθίζεται σε καθημερινές επικοινωνίες. Έτσι στο φυσικό επίπεδο χρησιμοποιούνται :

- Επιπλέον «περιττά» τροφοδοτικά
- Επιπλέον «περιττά» συστήματα ασφαλείας τάσης (UPS)
- Επιπλέον συστήματα ψύξης όπως ανεμιστήρες, κλιματιστικά, ανεμιστήρες , ψήκτρες
- Επιπλέον routers, switchers και interfaces

Έτσι σε περιπτώσεις βλαβών και δυσλειτουργιών των συγκεκριμένων εξαρτημάτων, ταχύτατα (και πολλές φορές αυτόματα) τα εφεδρικά συστήματα και ο εφεδρικός εξοπλισμός τίθεται σε λειτουργία και δεν διακόπτεται η λειτουργία του δικτύου και η βιομηχανική παραγωγή (ή αν διακόπτεται να γίνεται επανεκκίνηση αμεσότητα). Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις εξασφαλίζονται και οι κατάλληλες αναβαθμίσεις των λογισμικών εφαρμογών που επιτρέπουν στο δίκτυο να διαθέτει τις απαραίτητες προδιαγραφές ασφάλειας και αξιοπιστίας.

Στο κρίσιμο επίπεδο της συνδεσιμότητας και της μετάδοσης δεδομένων οι βιομηχανίες σχεδιάζουν τα δίκτυα Ethernet ώστε να υπάρχουν εφεδρικά και εναλλακτικά μονοπάτια ώστε μια πιθανή διακοπή / αστοχία να μην αδρανοποιεί ολόκληρο το δίκτυο. Χρησιμοποιούνται δύο τοπολογίες. Όταν χρησιμοποιείται η τοπολογία αστέρα υπάρχουν router και διακόπτες σε τρία διαφορετικά επίπεδα. Τα επίπεδα αυτά είναι τα επίπεδα πρόσβασης, τα επίπεδα διανομής και τα επίπεδα πυρήνα. Τα επίπεδα αυτά παρέχουν τη δυνατότητα συνδεσιμότητας με άλλες συσκευές (συνήθως τερματικές), δίνουν την δυνατότητα δημιουργίας πολλαπλών VLANs και δίνουν την δυνατότητα σύνδεσης με άλλους παρόχους υπηρεσιών μέσω router.

Σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιείται η τοπολογία δακτυλίου που όλες οι συσκευές συνδέονται σε δακτύλιο και κάθε μια διαθέτει μια γειτονική συσκευή (αριστερά και δεξιά). Σε περίπτωση διακοπής / αστοχίας τότε η διπλανή συσκευή αναλαμβάνει την συνέχιση του διαμοιρασμού δεδομένων και την συνεχή λειτουργία του δικτύου. Σε πολλές εφαρμογές αυτού του τύπου οι συνδέσεις ενισχύονται με πολλαπλά καλώδια και υπάρχουν δυνατότητες σύνδεσης με τα άλλα επίπεδα μέσω router / switches.

Αξίζει να σημειωθεί πως σε οποιαδήποτε περίπτωση υπάρχουν και ειδικά πρωτόκολλα και συστήματα που ελέγχουν πιθανά προβλήματα. Για παράδειγμα η ταυτόχρονη παρουσία πολλών εφεδρικών συστημάτων / εξαρτημάτων πρέπει να διασφαλίζει πως αυτά δεν θα λειτουργήσουν παρά μόνο όταν υπάρχει άμεση ανάγκη. Μια ταυτόχρονη λειτουργία πολλών εφεδρικών μαζί με τα κανονικά συστήματα θα δημιουργήσει καθυστερήσεις, υπερφορτώσεις, λανθασμένους διαμοιρασμούς, βρόχους και προβλήματα σε όλο το δίκτυο. Έτσι υπάρχουν πρωτόκολλα όπως το RSTP (Rapid Spanning Tree) που «διορθώνουν» αστοχίες συγκλίσεις και υπερφορτώσεις σε λίγα δευτερόλεπτα.

Τέλος, σε επίπεδο του δικτύου στο βιομηχανικό Ethernet οι περισσότερες εφαρμογές και ενέργειες γίνονται σε επίπεδο LAN αλλά η διαθεσιμότητα του σε δίκτυο παίζει σημαντικό ρόλο στην βέλτιστη αξιοπιστία του συνόλου. Στο βιομηχανικό περιβάλλον κάθε συσκευή έχει και μια διεύθυνση IP μέσω διακοπών και δρομολογητών να είναι δυνατή η συνδεσιμότητας και η επικοινωνία μέσω των ειδικά σχεδιασμένων πρωτοκόλλων. Τα πακέτα δεδομένων και ο διαμοιρασμός τους είναι σημαντικό να μπορούν να μετακινούνται και να ελέγχονται με κάθε τρόπο και από κάθε απόσταση.

3.5 INDUSTRIAL ETHERNET ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΤΕΤΕΡΜΙΝΙΣΜΟΥ

Οι εφαρμογές πραγματικού χρόνου και ο βέλτιστος συγχρονισμός του δικτύου είναι σημαντικό κομμάτι της αποτελεσματικότητας του βιομηχανικού Ethernet. Στο πλαίσιο αυτό το δίκτυο πρέπει να διαχωρίζει τον διαμοιρασμό των δεδομένων με βάση την ποιοτική και ποσοτική υπόσταση τους ώστε να δίνεται προτεραιότητα στις χρησιμότερες πληροφορίες στα πλαίσια των πολλαπλών διανομών.

Τα βιομηχανικά δίκτυα Ethernet μεταδίδουν ένα μεγάλο εύρος δεδομένων τα οποία μέσω διαφόρων μηχανισμών και τεχνικών διαχωρίζονται σε δεδομένα που είναι σημαντικά και εξασφαλίζεται η προτεραιότητα που θα έχουν. Υπάρχουν μηχανισμοί QoS (Quality of Service) που διαχωρίζουν και δημιουργούν προτεραιότητα και καθυστερήσεις σε δεδομένα που είναι σημαντικότερα και σε άλλα που δεν είναι εξίσου σημαντικά. Οι εφαρμογές QoS :

- Χρησιμοποιούν κριτήρια διαχωρισμού και έτσι κατηγοριοποιούνται τα δεδομένα και οι πληροφορίες
- Χρησιμοποιούν τεχνικές και πρωτόκολλα που διαχειρίζονται τις πιθανότητες απώλειας των δεδομένων υψίστης σημασίας και προτεραιότητας (ώστε να μην χαθούν / καθυστερήσουν)
- Χρησιμοποιούν τεχνικές προγραμματισμού για την βέλτιστη μετάδοση, προώθηση και κίνηση των

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. INDUSTRIAL ETHERNET – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

4.1 ΤΥΠΟΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναδείχτηκε και υπογραμμίστηκε η υπόσταση και οι χρήσεις των δικτύων σε βιομηχανικό περιβάλλον. Τα βιομηχανικά δίκτυα έχουν προσφέρει τεράστια πλεονεκτήματα στις βιομηχανίες καθώς συνδέουν τα μηχανήματα και τον παραγωγικό εξοπλισμό με συστήματα ελέγχου και διαχείρισης της παραγωγής, συνδέουν τα μηχανήματα με αισθητήρες σφαλμάτων και συνδέουν όλες τις διαδικασίες με ειδικά σχεδιασμένα κέντρα ελέγχου ώστε να εντοπίζονται και να διορθώνονται τα πιθανά σφάλματα, οι πιθανές αστοχίες και να γίνεται ευκολότερα και βέλτιστα η λήψη των παραγωγικών και διοικητικών αποφάσεων. Τις τελευταίες δεκαετίες τα δίκτυα και τα βιομηχανικά δίκτυα έχουν αναπτυχθεί και πλέον έχουν τεράστιες δυνατότητες συνδεσιμότητας καθώς με το διαδίκτυο δεν υπάρχουν γεωγραφικές αποστάσεις / περιορισμοί και ένα τοπικό δίκτυο μπορεί να ενσωματωθεί για εφεδρικούς, διαχειριστικούς και διοικητικούς σκοπούς μέσα σε διαδικτυακές πλατφόρμες. Οι κυριότερες μορφές βιομηχανικών δικτύων είναι τα δίκτυα Fieldbus, τα δίκτυα Ethernet και τα ασύρματα δίκτυα (Wireless).

4.2 ΔΙΚΤΥΑ FIELDBUS

Τα δίκτυα Fieldbus αποτελούν δίκτυα (real time) χρησιμοποιούνται για καταναμημένο έλεγχο σε βιομηχανικές εφαρμογές. Σε βιομηχανικό περιβάλλον συνδέουν όργανα και μηχανήματα και

- Μεταφέρουν με ψηφιακό τρόπο δεδομένα (με διπλή κατεύθυνση)
- Συνδέουν συστήματα / εφαρμογές επικοινωνίας
- Συνδέουν εξοπλισμό παραγωγής με εξοπλισμό μετρήσεων και ελέγχου
- Χρησιμοποιούνται αισθητήρες, ελεγκτές, διακόπτες και ενεργοποιητές.
- Χρησιμοποιούνται αυτοματοποιημένες εφαρμογές (Sink, 2010).

Έτσι σε βιομηχανικό περιβάλλον στα επίπεδα σύνδεσης / φυσικό / εγκαταστάσεων τα δίκτυα fieldbus αποτελούν δίκτυα τοπικά που εμπεριέχουν εφαρμογές αυτοματοποιημένες και εφαρμογές ελέγχου σε όλο το σύστημα. Το δίκτυο είναι ανοιχτό και υποστηρίζεται από το σύνολο των διαφορετικών κατασκευαστών επιτρέποντας πολλαπλές και διαφορετικές τεχνολογίες ώστε να μην τίθεται θέμα και προβλήματα αναβάθμισης, συνδεσιμότητας και χρηστικότητας. Η χρήση και οι εφαρμογές των συγκεκριμένων δικτύων ξεκινούν από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 αλλά το διεθνές πρότυπο αποφασίστηκε το 1999 συμφωνία με το οποίο υπάρχουν διαφορετικές ομάδες και τύποι πρωτόκολλων στην συγκεκριμένη δικτυακή τεχνολογία. Οι τύποι είναι:

- Profibus
- ControlNet
- P-NET
- Foundation Fieldbus
- Foundation Fieldbus High Speed Ethernet
- Interbus
- Wordfip
- Swiftnet

Κάποια από τα παραπάνω πρωτόκολλα αναπτυχθήκαν σε συνεργασία ή / και αποκλειστικά για συγκεκριμένες εταιρίες / βιομηχανίες και είχαν σημαντική συμβολή στην βιομηχανική λειτουργία πολλών κλάδων. Για παράδειγμα το σύστημα / πρωτόκολλο Swiftnet σχεδιάστηκε και χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την αεροπορική κατασκευαστική εταιρεία Boeing. Με

το πέρασμα των ετών δημιουργήθηκαν και άλλα συστήματα / πρωτόκολλα που βασίζονται σε τεχνολογίες πραγματικού χρόνου. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι

- AS Interface
- Interbus
- Profibus
- Combobus
- HART
- CAN & CAN open
- Ethercat
- Ethernet Powerlink
- Profinet
- VARAN (Sink, 2010, Lin, 2018).

Το Profibus (Process Field Bus) αποτελεί το συνηθέστερο και το πλέον αναγνωρίσιμο πρωτόκολλο Fieldbus με δεκάδες εκατομμύρια χρήσεις και δίκτυα σε παγκόσμιο επίπεδο. Η διάδοση του σε αυτοματοποιημένες εφαρμογές στηρίζεται στα πλεονεκτήματα όπως αξιοπιστία, ταχύτητα και ευελιξία και πλέον υπάρχουν τρεις εκδόσεις. Το Profibus DP που χρησιμοποιείται για κυκλικές χρήσεις και μεταφορές δεδομένων, το Profibus PA που δίνει έμφαση σε εφαρμογές και χρήσεις που απαιτούν την μέγιστη ασφάλεια και το Profibus FMS που έχει δυνατό πλεονέκτημα στις χρήσεις που εστιάζουν σε μεταφορές δεδομένων (Lin, 2018).

Στα πρωτόκολλα Profibus:

- Υπάρχουν μεγάλες ταχύτητες διαμοιρασμού ανάμεσα στην κεντρική συσκευή και τις υπόλοιπες μονάδες
- Ο διαμοιρασμός στηρίζεται στο token passing
- Υπάρχουν συσκευές master / slaves
- Υπάρχουν ενεργητικοί κι παθητικοί σταθμοί
- Υπάρχουν μονάδες εποπτείας και ελέγχου
- Κάθε master συσκευή έχει άμεση και γρήγορη πρόσβαση σε slave συσκευές αλλά όχι σε άλλες master

-
- Οι ταχύτητες και οι ρυθμοί μετάδοσης μπορεί να έχουν ευρος από 9,6 έως και 12 Mbps
 - Είναι πιθανό οι αποστάσεις εφαρμογών να φτάσουν και τα 100 χιλιόμετρα αν χρησιμοποιηθούν οπτικές ίνες
 - Το σύνολο των σταθμών πρέπει να είναι σχετικά μικρό (Zurawski, 2014, Wang, 2012).

4.3 AS-INTERFACE

Το AS-INTERFACE αποτελεί την πλέον απλή μορφή πρωτοκόλλου επικοινωνίας στα βιομηχανικά δίκτυα και είναι ειδικά σχεδιασμένο αποκλειστικά για βιομηχανικές εφαρμογές. Το interface αυτό εμπεριείχε ένα ειδικά σχεδιασμένο καλώδιο που αντικαθιστά τα πολλαπλά καλώδια που συνέδεαν συσκευές με αισθητήρες, συσκευές ενεργοποίηση και οποιαδήποτε συσκευή σχετίζονταν με κίνηση και βιομηχανική δραστηριότητα. Το καλώδιο αυτό χρησιμοποιείται τοπικά, είναι δισύρματο και –συνήθως- όχι θωρακισμένο και έχει τη δυνατότητα να συνδέει και τις συσκευές PLC με άλλες βιομηχανικές συσκευές. Σαφέστατα το καλώδιο αυτό είναι αυξημένου μήκους και χρήση του εμπεριείχε πλεονεκτήματα όπως το χαμηλότερο κόστος (λόγο απλοποίησης της αρχιτεκτονικής κατασκευής) και μεγάλη ασφάλεια / προστασία (Sink, 2010, www.rautomation.com)

Σημαντικά χαρακτηριστικά εξίσου είναι:

- Το σύνολο των δεδομένων διέρχεται από το ίδιο καλώδιο
- Το σύνολο της ισχύος (κανονικής και βοηθητικής) διέρχεται από το ίδιο καλώδιο.
- Υπάρχουν δυνατότητες σύνδεσης του με επιπλέον πρόσθετα βιομηχανικά δίκτυα (η ανάπτυξη και αναβάθμιση αυτή είναι ικανή να προσφέρει επιπλέον ολοκληρωμένες δικτυακές λύσεις σε βιομηχανικό περιβάλλον) (IEAG, 2010).

4.4 FOUNDATION FIELDBUS – CAN – MODBUS & INTERBUS

Το Foundation Fieldbus όπως γίνεται αντιληπτό και από το όνομα είναι το βασικό / αρχικό σύστημα επικοινωνίας που χρησιμεύει ως το field-level δίκτυο σε μία βιομηχανική εγκατάσταση που εμπεριέχει τεχνολογίες αυτοματισμού. Χρησιμοποιείται για εφαρμογές βασικού ρυθμιστικού ελέγχου, όσο και για εφαρμογές διακριτού ελέγχου και αποτελεί ένα ψηφιακά σχεδιασμένο και αμφίδρομο δίκτυο επικοινωνίας. Στις βιομηχανικές εφαρμογές συναντώνται δυο παραλλαγές. Η πρώτη ονομάζεται H1 και είναι η πλέον συνηθισμένη υλοποίηση. Η παραλλαγή αυτή διέπεται από τα εξής χαρακτηριστικά: λειτουργεί με ρυθμούς 31.25 kbit/s, συνδέεται σε συσκευές πεδίου και παρέχει/ προσφέρει επικοινωνία και ηλεκτρική ισχύ μέσω καλωδίωσης συνεστραμμένου ζεύγους. Η δεύτερη παραλλαγή είναι η HSE (High-speed Ethernet) που έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά καθώς λειτουργεί σε ρυθμούς 100 Mbit/s, μπορεί να συνδέει επιπλέον συστήματα εισόδου/εξόδου και συστήματα host(s) με πύλες. Επιπροσθέτως χρησιμοποιεί και λειτουργεί με την κλασική Ethernet καλωδίωση. Υπογραμμίζεται πως δεν είναι σχεδιασμένο να μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια (σημαντικό μειονέκτημα). Πολλοί βιομηχανικοί κατασκευαστές πίστευαν στην ανάπτυξη του συγκεκριμένου συστήματος αλλά δεν είχε την αναμενόμενη τεχνολογική βελτίωση και οι βιομηχανίες στράφηκαν σε άλλα αποδοτικότερα συστήματα (IEAG, 2010, Lin, 2018).

Το σύστημα CAN (Controller Area Network) είναι ένα γνωστό πρότυπο σειριακού διαύλου διαφορικής σηματοδότησης. Στα πρώτα στάδια αναπτύχθηκε από την Robert Bosch GmbH με στόχο τη διασύνδεση ηλεκτρονικών μοντάδων ελέγχου σε παραγωγικό και βιομηχανικό περιβάλλον. Σαν βασικό χαρακτηριστικό είναι το γεγονός πως σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε σαν πρότυπο με εξαιρετικά μεγάλη αντοχή για να είναι ανθεκτικό σε περιβάλλοντα με έντονο ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο. Χρησιμοποιήθηκε συχνά και ήταν προτιμώμενο ως δίκτυο οχημάτων άλλα με το πέρασμα των ετών χρησιμοποιείται από πολλές βιομηχανικές εφαρμογές ελέγχου. Σημαντικά χαρακτηριστικά:

- Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων έχει μέγιστη ταχύτητα ως και 1 Mbit/s για μήκος δικτύου που φτάνει 40 μέτρα.
- Σε μεγαλύτερες αποστάσεις (που φτάνουν τα 500 μέτρα) υπάρχει μείωση του bitrate (125 kbit/s).

-
- Το δίκτυο λειτουργεί με βάση έναν αλγόριθμο προτεραιότητας (NETEON, 2015, www.rautomation.com).

Το Modbus είναι ένα εξαιρετικά γνωστό πρωτόκολλο σειριακής επικοινωνίας και αποτελεί ένα σημαντικό πρότυπο της βιομηχανίας και εκφράζει ένα συνηθισμένο τρόπο σύνδεσης βιομηχανικών συσκευών και μηχανημάτων. Τα χαρακτηριστικά του δίνουν πολλαπλά πλεονεκτήματα καθώς:

- είναι ένα ελεύθερο ανοικτό / open «ανοικτό» πρωτόκολλο
- μπορεί να υλοποιηθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα.
- μεταφέρει καθαρά bits ή words (λέξεις) χωρίς ιδιαίτερους περιορισμούς
- επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ πολλών συσκευών συνδεδεμένων στο ίδιο δίκτυο
- Συνδέεται με αισθητήρες και μεταφέρει τα αποτελέσματα σε υπολογιστές και επεξεργαστές.
- Χρησιμοποιείται συχνά για να συνδέσει έναν επιβλέποντα υπολογιστή με μμονάδα απομακρυσμένου ελέγχου σε συστήματα βιομηχανικών εφαρμογών
- Είναι σχεδιασμένο σε αρχιτεκτονική τύπου master/slave ή πελάτη/διακοσιοστή.
- Κάθε συσκευή μέσω Modbus λαμβάνει μία μοναδική διεύθυνση. Οποιαδήποτε συσκευή θα μπορούσε να στείλει μία εντολή Modbus
- Ο master μπορεί να στείλει το ίδιο μήνυμα / δεδομένο σε όλους τους slaves ταυτόχρονα.
- Όμως υπάρχει ένα ζήτημα αξιοπιστίας και ασφάλειας καθώς δεν υπάρχουν εγγυήσεις παράδοσης του μηνύματος και αυξάνονται οι πιθανές αστοχίες. Το μειονέκτημα αυτό το καθιστά χρήσιμο για μη σημαντικές εφαρμογές αλλά για εφαρμογές απλές που δεν εμπεριέχουν μεγάλο ρίσκο (Perry, 2004, Sink, 2010).

Το Interbus είναι ένα σύστημα σειριακού διαύλου που μεταδίδει δεδομένα μεταξύ συστημάτων ελέγχου και κατανεμημένων μοντάδων και πάνω σε αυτά συνδέονται αισθητήρες, διακόπτες. Είναι ένα σύστημα σε τοπολογία «δακτυλίου» που οι συσκευές είναι ενσωματωμένες και λειτουργούν σε μία κλειστή διαδρομή μετάδοσης. Κάθε συσκευή ενισχύει το σήμα που λαμβάνει και το στέλνει σε άλλες συσκευές. Στο συγκεκριμένο σύστημα interbus:

- οι γραμμές προώθησης δεδομένων και επιστροφής οδηγούνται σε όλες τις συσκευές μέσω ενός μόνο καλωδίου πράγμα που σημαίνει ότι το δίκτυο ακολουθεί δομή δένδρου (tree structure).
- Η κύρια και κεντρική αρτηρία του δικτύου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία υποδικτύων και προσφέρει στο δίκτυο μεγάλη συμβατότητα
- είναι ένα master/slave σύστημα που επιτρέπει τη σύνδεση μέχρι και 512 συσκευών στα πολλαπλά επίπεδά του.
- Ο δακτύλιος τερματίζεται αυτόματα από την τελευταία συσκευή στο δίκτυο.
- τα μέσα μετάδοσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι καλώδια χαλκού, οπτικές ίνες ή υπέρυθρες ακτίνες.
- Σε περίπτωση χρήσης καλωδίων χαλκού χρησιμοποιείται μετάδοση διαφορικού σήματος και χρησιμοποιείται ένα καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους για τη γραμμή προώθησης και ένα ακόμη για τη γραμμή επιστροφής.
- Με ταχύτητα μετάδοσης τα 500 Kbps καλύπτει απόσταση 400 m μεταξύ των δύο συσκευών.
- Με χρήση και λειτουργία ενός επαναλήπτη (repeater) μπορεί η απόσταση να φτάσει τα 13 Km. (Lin, 2018, Zurawski, 2014).

Κάποια χρήσιμα συγκριτικά δεδομένα

<u>ΔΙΚΤΥΟ</u>	<u>ΤΑΧΥΤΗΤΑ</u>	<u>ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ</u>	<u>ΚΟΜΒΟΙ</u>	<u>ΑΚΤΙΝΑ</u>	<u>ΦΥΣΙΚΟ ΜΕΣΟ</u>	<u>ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΟΣΤΟΥΣ</u>
<i>Profibus</i>	<i>12Mbits/sec</i>	<i>Δίαυλος</i>	<i>32-124</i>	<i>1200 μέτρα</i>	<i>RS / fiber</i>	<i>Χαμηλό/ Μέτριο</i>
<i>Interbus</i>	<i>500Kbits/sec</i>	<i>Δίαυλος</i>	<i>512</i>	<i>13.000 μέτρα</i>	<i>Καλώδια</i>	<i>Υψηλά</i>
<i>CAN open</i>	<i>1Mbit/sec</i>	<i>Δίαυλος</i>	<i>127</i>	<i>100 μέτρα</i>	<i>Δίαυλος / CAN</i>	<i>Χαμηλά</i>

Sercos II	16 Mbits/sec	Ring	255	100 μέτρα	Fibre	Υψηλά
CTNet	5 Mbits/sec	Δίαυλος	255	100 μέτρα	Fibre	Μέτρια

4.5 ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ETHERNET ΜΕ ΑΛΛΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

Σε σύγκριση με αλλά συστήματα δικτύων το βιομηχανικό Ethernet έχει συγκεκριμένα και διακριτά πλεονεκτήματα που το καθιστούν βέλτιστο εργαλείο σε κάθε βιομηχανική εφαρμογή. Συγκριτικά με τα παραδοσιακά συστήματα Fieldbus σε βιομηχανικό περιβάλλον το Ethernet υπερτερεί καθώς :

- ✓ Διαθέτει όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά τα οποία επιτρέπουν την διασύνδεση όλων των πιθανών συσκευών και μηχανημάτων υπό ένα ενιαίο δίκτυο. Σε εφαρμογές που χρησιμοποιούνται και αυτοματισμοί το βιομηχανικό Ethernet μπορεί να μεταδώσει δεδομένα ανάμεσα σε υπολογιστές και ένα μεγάλο εύρος βιομηχανικών μηχανών / συσκευών για τον έλεγχο, την εποπτεία την παρακολούθηση και την διαχείριση κάθε διαδικασίας.
- ✓ Συγκριτικά έχει δυνατότητες για να καλύψει βιομηχανικές εφαρμογές που αλλά δίκτυα δεν μπορούν. Το πλεονέκτημα αυτό εμπεριέχεται λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων που μπορούν να μεταδοθούν και λόγω του μεγάλου ρυθμού μετάδοσης που επιτρέπουν μεγαλύτερες ταχύτητες σε σχέση με αλλά συστήματα.
- ✓ Συγκριτικά με παραδοσιακά μοντέλα fieldbus το βιομηχανικό Ethernet διέπεται από τεράστιο εύρος συνδεσιμότητας με αλλά συστήματα και συσκευές. Το Ethernet μπορεί εύκολα και με χαμηλό κόστος να συνδέσει διαφορετικά πρωτόκολλα, διαφορετικές συσκευές καθώς διαθέτει απλοποιημένη αρχιτεκτονική σχεδίαση που είναι άμεσα συνδέσιμη με διαφορετικού τύπου συσκευές και εξοπλισμών. Μέσω Ethernet σχεδόν το σύνολο των υπολογιστών, των βοηθητικών μηχανημάτων, των βιομηχανικών μηχανημάτων και όλων των περιφερειακών (σημαντικών η όχι) συσκευών μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους με τεράστια βιομηχανικά και διοικητικά οφέλη.

-
- ✓ Συγκριτικά με παραδοσιακά πρωτόκολλα οι δυνατότητες αναβάθμισης είναι μεγαλύτερες και ευκολότερες. Οι επεκτάσεις και οι διαθεσιμότητες εύκολα προσαρμόζονται, εύκολα αποκτούν λειτουργικό χαρακτήρα χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η παραγωγή και οι υπόλοιπες λειτουργίες.
 - ✓ Το Ethernet δίνει αυτόματα πρόσβαση και στο διαδίκτυο και έτσι οι διαδικτυακές εφαρμογές γίνονται παράλληλο εργαλείο με τα βιομηχανικά συστήματα και βελτιστοποιούνται ολοι οι παράγοντες ως προς τον έλεγχο και την διαχείριση των μηχανημάτων και των συσκευών. Οι διοικητικές λειτουργίες και οι λήψεις των αποφάσεων μπορούν να γίνουν και εξ αποστάσεως όπως και κάθε πιθανή παρακολούθηση / διόρθωση στο σύστημα.
 - ✓ Το μεγάλο εύρος συνδεσιμότητας και η απλή αρχιτεκτονική του βιομηχανικού Ethernet το καθιστούν εύκολα λειτουργικό σε πολλούς χρήστες (δηλαδή σε εργαζομένους στην βιομηχανία) από πολλαπλά και διαφορετικά πόστα εργασίας. Σε επιχειρησιακό επίπεδο αυτό σημαίνει χαμηλότερα επίπεδα κόστους εκπαίδευσης και βέλτιστη αξιοποίηση του χρόνου.
 - ✓ Η εγκατάσταση και η ανάπτυξη του δικτύου γίνεται εύκολα και με χαμηλό κόστος σε σχέση με παλαιότερα πρωτόκολλα / συστήματα που χρησιμοποιούσαν σειριακές συνδεσμολογίες και διαφορετικές τεχνολογίες που απαιτούσαν μετατροπές και αναβαθμίσεις.
 - ✓ Οι συνδέσεις Ethernet στην βιομηχανία εμπεριέχουν αποδοτικότερες λειτουργίες καθώς σε σύγκριση με παλαιότερα μοντέλα χρησιμοποιεί επικοινωνιακό μοτίβο peer to peer και όχι master – slave. Το χαρακτηριστικό αυτό δίνει συγκριτικό πλεονέκτημα τόσο στην αποδοτικότερη επικοινωνία όσο και στην ελαχιστοποίηση των αστοχιών και των δυσλειτουργιών (και την εύρεση / αντιμετώπιση αυτών). (NETEON, 2015, Lin, 2018).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το βιομηχανικό Ethernet προσφέρει στις βιομηχανίες ένα μεγάλο εύρος πλεονεκτημάτων καθώς έχει τα χαρακτηριστικά εκείνα που είναι σε θέση να ικανοποιήσουν και τις πλέον απαιτητικές βιομηχανικές ανάγκες. Τα βιομηχανικά δίκτυα (και τα συστήματα / δίκτυα Fieldbus και Ethernet) έχουν μεγάλο εύρος εφαρμογών σε βιομηχανικό περιβάλλον και το εύρος αυτό εμπεριέχει συνδέσεις και επικοινωνία από την παραγωγική διαδικασία ως και διοικητικές εφαρμογές ελέγχου και διαχείρισης.

Το βιομηχανικό Ethernet διέπεται από συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που το καθιστούν ικανό να ανταπεξέρχεται στις βιομηχανικές ανάγκες. Τόσο ο εξοπλισμός και τα υλικά κατασκευής όσο και τα δεδομένα ασφάλειας και η ταχύτητα διαμοιρασμού είναι ιδιαίτερα ενισχυμένα (σε σχέση με το συμβατικό) ώστε να μην τίθεται σε ρίσκο η βιομηχανική λειτουργία και ο έλεγχος. Επιπλέον χαρακτηρίζεται και από τεχνικά χαρακτηριστικά τα οποία ενισχύουν την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα του σε βιομηχανικές εφαρμογές. Δίνει μεγάλο εύρος συνδεσιμότητας καθώς είναι σχεδιασμένο να συνδέει πολλαπλές συσκευές διαφορετικού λειτουργικού χαρακτήρα (όπως για παράδειγμα μια βιομηχανική συσκευή με έναν υπολογιστή) και βελτιστοποιείται ο όγκος και το εύρος των δεδομένων που μπορεί να χρησιμοποιήσει σαν πομπός η / και δέκτης. Η ταχύτητα διαμοιρασμού των πληροφοριών βρίσκεται στο μέγιστο πιθανο στάδιο που μπορεί να προφέρει η τεχνολογία (με συγκεκριμένα επίπεδα κόστους) και με το πέρασμα των ετών αυξάνονται και οι αποστάσεις που μπορεί να υποστηρίξει λειτουργικά και βιομηχανικά. Η συνδεσιμότητά με το διαδίκτυο αποτελεί μέγιστο εργαλείο για οποιαδήποτε λειτουργία και ανάγκη διαμοιρασμού , γεγονός που το καθιστά χρήσιμο εργαλείο σε λειτουργικό και διοικητικό επίπεδο. Επιπλέον, οι πιθανές επεκτάσεις γίνονται εύκολα και με χαμηλό κόστος καθώς η αρχιτεκτονική του δεν δημιουργεί μεγάλες ανάγκες σε εξοπλισμού και υλικούς πόρους.

Όλα τα παραπάνω καθιστούν το Ethernet σημαντικό εργαλείο στο βιομηχανικό περιβάλλον που αυξάνει την αξιοπιστία, τον έλεγχο , την αποδοτικότητα και ταυτόχρονα μειώνει το επενδυτικό ρίσκο και τους κινδύνους.

Η αξία και η υπόσταση του βιομηχανικού Ethernet υπογραμμίζεται επιπροσθέτως και από τα συγκριτικά πλεονεκτήματα που έχει σε σύγκριση και με τα άλλα δίκτυα / συστήματα δικτύων. Όπως αναφέρθηκε τα πλεονεκτήματα αυτά είναι διακριτά και συγκεκριμένα. Διαθέτει μεγαλύτερο εύρος συνδεσιμότητας από τα συστήματα fieldbus και συνδέει σχεδόν

όλο το εύρος μηχανήματων και υπολογιστών. Το βιομηχανικό Ethernet διέπεται από μεγαλύτερο ρυθμούς διαμοιρασμού , δηλαδή αυξημένες ταχύτητες και μεγαλύτερο όγκο δεδομένων που μπορεί να διαχειριστεί.

Τα χαρακτηριστικά αυτά δημιουργούν προσθετα πλεονεκτήματα καθώς η εύκολη συνδεσιμότητα και η αρχιτεκτονική το καθιστά εύκολο σε διαδικασίες αλλαγών, επεκτάσεων, ανάπτυξης και αναβάθμισης. Επιπλέον, σαν άμεση συνέπεια δεν δημιουργεί μεγάλες αυξήσεις στο κόστος σε περιπτώσεις αναβαθμίσεων και επεκτάσεων και δεν απαιτεί επιπλέον εκπαίδευση από τους χειριστές / χρήστες. Η συνδεσιμότητα με το διαδίκτυο βελτιστοποιεί και τον εποπτικό και λειτουργικό του χαρακτήρα τόσο σαν σύστημα όσο και συγκριτικά.

Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματα του δεν αφήνουν κανένα περιθώριο αμφισβήτησης για την αξία του σε βιομηχανικό περιβάλλον και τα πλεονεκτήματα του σε σχέση με άλλα δίκτυα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γεώργιος Χασάπης,(2001)«Αρχιτεκτονική και Προγραμματισμός Συστημάτων Βιομηχανικού Ελέγχου», Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2001
- Δακονικολάου, Γ., Αγκιάτσικα, Α. Μπούρας, Η. (2004). Επιχειρησιακή Διαδικτύωση. Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Κωλέτσου, Ε. (2010). Επικοινωνίες και Δίκτυα Η/Υ. Ανακτήθηκε από:
<http://www.ekoletsou.gr/pdfFiles/NETWORKS3.pdf>
- Μαργαρίτη, Σ., Στεργίου, Σ. (2007). Τοπικά Δίκτυα(LAN - MAN). Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Οικονομίδης, Α. Εισαγωγή στα Τοπικά Δίκτυα. Ανακτήθηκε από:
http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktywn/teaching_m/LAN.pdf
- Andrew S. Tanenbaum (2006), «Δίκτυα Υπολογιστών», 4η Αμερικάνικη Έκδοση 2006 Cisco Systems, «Industrial Ethernet: A Control Engineer's Guide»
- Comer, D. (2001). Computer Networks and Interests with Internet Applications. Εκδόσεις Γκιούρδας.
- Parker, J.W.; Perryman, R., (1993) “Communication network for a brushless motor drive system”, 6th International Conference on Electrical Machines and Drives, Pages:641- 646,8-10 Sep 1993
- Perry Sink (2010), «Industrial Ethernet: The Death Knell of Fieldbus? »
- Stallings, W. (2003). Επικοινωνίες Υπολογιστών και Δεδομένων. Εκδόσεις Τζιόλα.
- Tanenbaum A.S. (2000). Δίκτυα Υπολογιστών, (μτφρ. Β. Στυλιανάκης), Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- Lin, Zihong (2018). An inside look at industrial Ethernet communication protocols (Rev. B)
- Zurawski, Richard (2014). Industrial Communication Technology Handbook (Second ed.). CRC Press.
- Perry S. Marshall, John S. Rinaldi (2004). *How to Plan, Install and Maintain TCP/IP Ethernet Networks*. ISA.
- <https://el.admininfo.info/wifi-vs-ethernet-comparaci-n>
<https://kalodiozois.com/%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD->

[%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%8D%CE%BF%CF%85-ethernet/](#)

<https://www.informatique-mania.com/el/linternet/ethernet/>

<https://web.archive.org/web/20120311020405/http://www.industrial-ethernet.org/>

http://www.it.uom.gr/project/MultimediaTechnologyNotes/chap2d_2.htm

<https://www.pliroforiki-edu.gr/unit/ch0302-diktya-ethernet/>

<https://el.tipsandtrics.com/networking-101-ethernet-767500>

<https://new.siemens.com/gr/el/proionta/automation/industrialcommunication.html>

<https://www.rtautomation.com/industrial-library/what-is-industrial-ethernet/>

<https://www.versatek.com/what-is-industrial-ethernet/>

<https://el.jf-parede.pt/what-is-ethernet-types>

<https://www.lantronix.com/resources/networking-tutorials/ethernet-tutorial-networking-basics/>

<https://bitlogic.gr/products-solutions/industrial-networks/>

