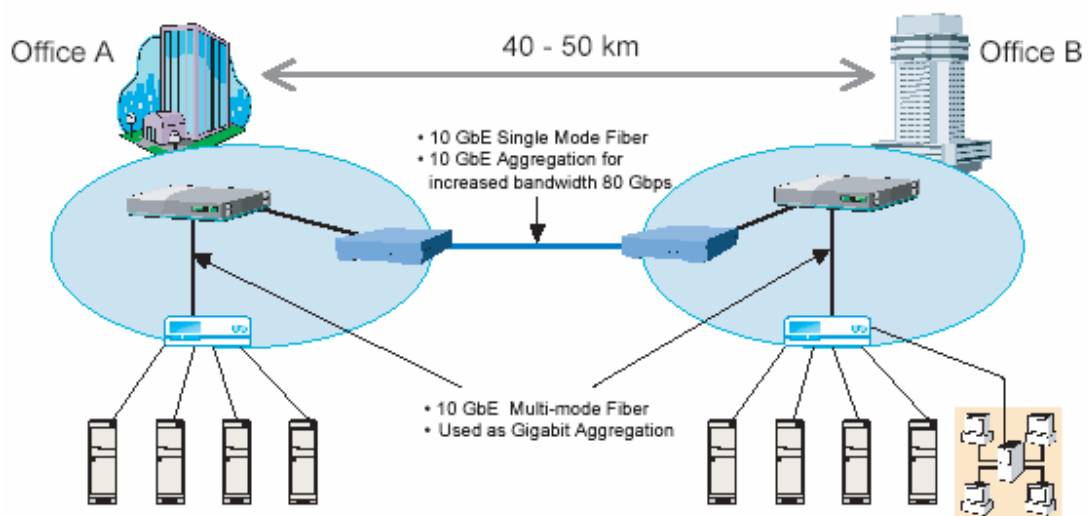


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ GIGABIT ETHERNET



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΖΟΜΠΟΛΑΣ ΧΡ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ
Υπεύθυνη Καθηγήτρια : Μαργαρίτη Σπυριδούλα

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ
1.1	Εισαγωγή – ιστορική αναδρομή
1.2	Βασικά στοιχεία τοπικών δικτύων
1.3	Ethernet
2.	GIGABIT ETHERNET
2.1	Εισαγωγή
2.2	Διαστρωμάτωση
2.2.1	Φυσικό επίπεδο
2.2.2	MAC επίπεδο
2.3	GMII (Gigabit Media Independent Interface)
2.3.1	PCS
2.3.2	PMA
2.3.3	PMD
2.4	Τοπολογίες
2.4.1	Αναβάθμιση συνδέσεων μεταξύ server – switch
2.4.2	Αναβάθμιση συνδέσεων μεταξύ switch – switch
2.4.3	Αναβάθμιση fast ethernet backbone
2.4.4	Αναβάθμιση ενός κοινού FDDI backbone
2.4.5	Αναβάθμιση σταθμών εργασίας υψηλής απόδοσης
2.7	Πλεονεκτήματα
3.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ 10 GIGABIT ETHERNET
3.1	Βασικά σημεία του προτύπου και η αρχιτεκτονική του
3.2	Η χρήση της ίνας στο 10 GIGABIT ETHERNET
3.3	Εφαρμογές του 10 GIGABIT ETHERNET
3.3.1	Διασύνδεση ίνας στο 10 GIGABIT ETHERNET
3.3.2	Εφαρμογή σε LAN
3.3.3	Εφαρμογή σε MAN
3.3.4	Εφαρμογή σε WAN
3.3.5	Αποθήκευση
3.4	Το 10 GIGABIT ETHERNET στην αγορά
3.5	Το μέλλον του 10 GIGABIT ETHERNET
3.6	V LAN
3.6.1	Πλεονεκτήματα VLAN
4.	ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΕ GIGABIT ETHERNET ΔΙΚΤΥΑ
4.1	Προϊόντα και εταιρείες για gigabit ethernet
4.2	Τρόποι μετάβασης σε gigabit ethernet δίκτυα
5.	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ GIGABIT ETHERNET ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
5.1	Γενική επισκόπηση
5.2	Συγκρίσεις κόστους
5.3	Απαίτηση αγοράς

- 5.4 *Απαίτηση χρηστών και εφαρμογών*
- 5.5 *Απόδοση*
- 5.6 *ATM vs GIGABIT ETHERNET*

- 6. *Η ΔΙΑΜΑΧΗ ΜΕΤΑΞΥ ATM και GIGABIT ETHERNET*
- 6.1 *Εισαγωγή*
- 6.2 *ATM vs GIGABIT ETHERNET. Τα επιχειρήματα των δυο πλευρών*
- 6.3 *Συνύπαρξη ATM και GIGABIT ETHERNET σε υβριδικά δίκτυα*
- 6.4 *Η ελληνική πραγματικότητα και το μέλλον.*

1. ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

1.1 Εισαγωγή-Ιστορική Αναδρομή

Το 1968, το Εθνικό Εργαστήριο Φυσικής στη Μ. Βρετανία δημιούργησε το πρώτο δοκιμαστικό δίκτυο. Σύντομα, η Αμερικανική υπηρεσία DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) που κατόπιν ονομάστηκε ARPA, αποφάσισε τη δημιουργία ενός μεγαλύτερου δικτύου, που τους κόμβους του θ' αποτελούσαν οι υπερυπολογιστές (οι ισχυρότεροι υπολογιστές) της εποχής εκείνης. Το φθινόπωρο του 1969, ο πρώτος κόμβος τοποθετήθηκε στο UCLA (University of California at Los-Angeles) και μέχρι το Δεκέμβριο του 1969 οι κόμβοι έγιναν τέσσερις (στο πανεπιστήμιο Utah, στο πανεπιστήμιο California της Santa Barbara, στο UCLA και στο ίδρυμα Stanford Research Institute International). Το δίκτυο αυτό ονομάστηκε ARPANET, προς τιμήν του στρατιωτικού χορηγού του. Οι τέσσερις αυτοί πανεπιστημιακοί υπερυπολογιστές μπορούσαν ν' ανταλλάσσουν δεδομένα μέσω ειδικών τηλεπικοινωνιακών γραμμών υψηλής ταχύτητας και μπορούσαν να προγραμματιστούν από απόσταση μέσω άλλων απομακρυσμένων κόμβων. Έτσι, οι επιστήμονες και οι ερευνητές της εποχής εκείνης, μπορούσαν να μοιράζονται ο ένας τους υπολογιστές των άλλων.

Το 1971, οι κόμβοι αυξήθηκαν σε 15 και το 1972 ο αριθμός τους ανέρχονταν σε 37. Στο δεύτερο αυτό χρόνο λειτουργίας, οι χρήστες επινόησαν το e-mail και με αυτό τον τρόπο το ARPANET μετατράπηκε σταδιακά σ' ένα υψηλής ταχύτητας ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ομοσπονδιακής έκτασης. Έτσι, ο κύριος φόρτος του δικτύου δεν ήταν η χρήση υπολογιστών εξ αποστάσεως (remote login) αλλά η συνεχής αναμετάδοση μηνυμάτων: Οι χρήστες χρησιμοποιούσαν το δίκτυο κυρίως για ανταλλαγή προγραμμάτων, σημειώσεων, ερευνητικών εργασιών, νέων και κουτσομπολιών, καθώς οι λογαριασμοί τους (accounts) δηλ. ουσιαστικά ο χώρος στον σκληρό δίσκο της εποχής εκείνης που δεσμεύονταν αποκλειστικά γι' αυτούς, ήταν προσβάσιμος από άλλους μέσω e-mail. Σήμερα βέβαια υπάρχει μεγάλος αριθμός Mail servers για την (προσωρινή) αποθήκευση της ηλεκτρονικής αλληλογραφίας των χρηστών μιας γεωγραφικής περιοχής. Η ανακάλυψη των ταχυδρομικών λιστών (Mailing lists) δεν άργησε να έρθει, εκμεταλλευόμενη την τεχνική μετάδοσης των μηνυμάτων από κόμβο σε κόμβο, καθώς το ίδιο μήνυμα μπορούσε να σταλεί ταυτόχρονα σ' όλα τα μέλη της "λίστας κοινών ενδιαφερόντων" (multicasting).

Μέσα στη δεκαετία του '70 το ARPANET μεγάλωσε. Περισσότεροι κόμβοι συνδέθηκαν και ακόμη περισσότεροι χρήστες χρησιμοποιούσαν καθημερινά τις υπηρεσίες του δικτύου. Οι χρήστες δεν προέρχονταν πια μόνο από ακαδημαϊκές κοινότητες και ιδρύματα. Χάρη στην άναρχη δομή του δικτύου, οποιοσδήποτε μπορούσε να συνδεθεί μ' αυτό, εφ' όσον διέθετε έναν υπολογιστή που να μπορεί να μιλά τη γλώσσα του δικτύου αλλά κι ένα λογαριασμό (άδεια πρόσβασης) σε κάποιον πανεπιστημιακό υπολογιστή. Μάρκες υπολογιστών, μοντέλα και τεχνικά χαρακτηριστικά, ακόμη κι ο ιδιοκτήτης ενός κόμβου, έπαψαν να έχουν σημασία

προκειμένου να μπορεί να συνδεθεί ο συγκεκριμένος κόμβος στο δίκτυο. Με τον τρόπο αυτό, ακόμη και απλοί πολίτες μπορούσαν να συνδεθούν και να επικοινωνήσουν, ν' ανταλλάξουν απόψεις και προγράμματα.

1.2 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

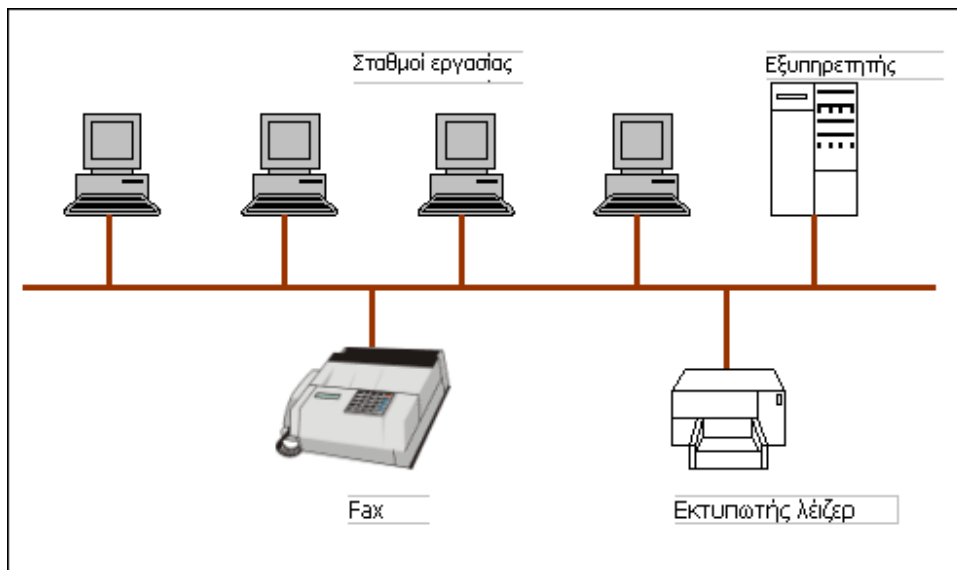
Τα Τοπικά Δίκτυα (LAN) συνδέουν υπολογιστές και άλλες συσκευές επεξεργασίας πληροφοριών εντός των ορίων περιορισμένου χώρου, όπως ένα γραφείο, ένα κτίριο, μια μονάδα παραγωγής ή άλλοι εργασιακοί χώροι. Τα LAN αποτελούν κοινή πρακτική πολλών επιχειρήσεων, διότι παρέχουν δυνατότητες τηλεπικοινωνιακού δικτύου που συνδέουν τους εργαζόμενους, τα τμήματα και τις άλλες ομάδες εργασίας. Σε ένα τοπικό δίκτυο (Local Area Network, LAN), οι υπολογιστές είναι εφοδιασμένοι με μια κάρτα δικτύου που συνδέεται με το καλώδιο του δικτύου. Οι υπολογιστές, μαζί με έναν εξυπηρετητή αρχείων (file server) ο οποίος παρέχει αποθηκευτικό χώρο, και τις υπόλοιπες περιφερειακές συσκευές, όπως οι εκτυπωτές, αποτελούν τους κόμβους (nodes) του δικτύου. Όλοι οι κόμβοι ενός τοπικού δικτύου βρίσκονται συγκεντρωμένοι σε μια περιορισμένη γεωγραφικά περιοχή, ας πούμε σε μια ακτίνα μερικών εκατοντάδων μέτρων. Η πληροφορία μεταδίδεται σε κομμάτια που ονομάζονται πλαίσια (frames) και η μετάδοση τους γίνεται στη βασική ζώνη. Τα πλαίσια μεταδίδονται σε χρονικές σχισμές (time slices) που παρέχονται στους σταθμούς προσωρινά. Οι σχισμές δεν παρέχονται σύμφωνα με κάποιο πρόγραμμα, αλλά κάθε σταθμός τις δεσμεύει δυναμικά, ανάλογα με τις ανάγκες του.

Τα τελευταία χρόνια, οι προσωπικοί υπολογιστές δικτυώνονται με όλο και μεγαλύτερους ρυθμούς. Μέχρι το 1994 το 40% όλων των υπολογιστών που χρησιμοποιούνται σε επιχειρήσεις αποτελούσαν κόμβους κάποιου είδους τοπικού δικτύου. Ταυτόχρονα, ο μέσος αριθμός των χρηστών LAN αυξάνει συνεχώς, πράγμα που σημαίνει μικρότερο εύρος ζώνης ανά χρήση.

Οι πιο δημοφιλείς τύποι LAN είναι το Ethernet και το Token Ring, τα οποία ακολουθούν τις τοπολογίες αρτηρίας και δακτυλίου αντίστοιχα. Ο σχεδιασμός αυτών των αρχιτεκτονικών είναι παλιός και αρχικά προορίζονταν για συνήθεις εφαρμογές και για μεταφορά αρχείων περιορισμένου όγκου. Ο βασικός περιορισμός αυτών των δικτύων βρίσκεται στο γεγονός ότι πολλοί κόμβοι μοιράζονται το ίδιο φυσικό μέσο. Αυτό οδηγεί αναπόφευκτα σε συγκρούσεις, που είτε οδηγούν στην αναμονή κάποιου αποστολέα ή σε απώλεια των δεδομένων και επαναποστολή των δεδομένων αργότερα. Με άλλα λόγια, ο ρυθμός εξυπηρέτησης είναι συνήθως μικρότερος από την ταχύτητα πρόσβασης του δικτύου και μικραίνει όσο μεγαλώνει η κίνηση στο δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι η αποστολή μεγάλων όγκων από ένα χρήστη, έχει επιπτώσεις για όλους του χρήστες του δικτύου. Επιπλέον, η στατιστική φύση των καθυστερήσεων μεταφοράς δυσχεραίνει την αποστολή χρονικά εξαρτώμενης πληροφορίας. Ένα πλεονέκτημα του κοινού μέσου μεταφοράς είναι η εγγενής υποστήριξη του multicasting, γιατί κάθε πλαίσιο φθάνει σε όλους τους σταθμούς.

Τα LAN παρέχουν:

- Πρόσβαση σε περισσότερη υπολογιστική ισχύ, πληροφορίες και πηγές που δεν θα ήταν εύχρηστες, αν κάθε χρήστης χρειαζόταν ένα ατομικό αντίγραφο, τα προνόμια του προσωπικού υπολογιστή.
- Δεν είναι απαραίτητο να εργάζεται κανείς μέσω ενός κεντρικού υπολογιστή που πιθανόν δεν ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των χρηστών, όταν πολλά άτομα μοιράζονται τη δυναμικότητά του.
- Ποικίλους τρόπους για να γίνει ένας οργανισμός αποδοτικότερος και αποτελεσματικότερος, όπως:



1. Κοινό εξοπλισμό: Τα LAN μπορούν να συνδέουν πολλαπλούς σταθμούς εργασίας με έναν λέιζερ εκτυπωτή, μία συσκευή φαξ ή ένα μόντεμ. Αυτό σημαίνει ότι χρειάζεται ένα μόνο μηχάνημα που είναι διαθέσιμο σε πολλούς χρήστες, έτσι ώστε να αποφεύγονται άσκοπες αγορές εξοπλισμού.
2. Κοινά προσωπικά αρχεία: Οι χρήστες LAN μπορούν να επιλέξουν προσωπικά αρχεία τα οποία θέλουν να βλέπουν οι συνεργάτες τους, όπως σχέδια μηχανικής, προγράμματα του τμήματος, συμβόλαια ή πρόχειρες σημειώσεις. Οι συνεργάτες μπορούν να έχουν άμεση πρόσβαση σ'αυτά τα αρχεία χωρίς να καθυστερούν με την εκτύπωση αντιγράφων.
3. Αποστολή μηνυμάτων: Τα LAN μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
4. Κοινές βάσεις δεδομένων: Τα LAN μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πρόσβαση σε κοινές βάσεις δεδομένων. Το LAN στην παρακάτω εικόνα είναι εγκατεστημένο γι' αυτόν το σκοπό, καθώς περιλαμβάνει έναν διακομιστή αρχείων για την ανάκτηση δεδομένων που ζητούνται από τους σταθμούς εργασίας. Ο διακομιστής αρχείων είναι συνδεδεμένος με έναν δίσκο που περιέχει κοινές βάσεις δεδομένων, όπως η λίστα πελατών της

εταιρείας και ο τηλεφωνικός κατάλογος. Όταν ένας σταθμός εργασίας χρειάζεται πληροφορίες από μια κοινή βάση δεδομένων, στέλνει ένα μήνυμα αιτήματος στον διακομιστή αρχείων, ο οποίος ανακτά την πληροφορία από το δίσκο και τη στέλνει στο σταθμό εργασίας που τη ζήτησε. Κατ' αυτόν τον τρόπο, αποφεύγεται η διατήρηση περισσιων αντιγράφων δεδομένων. Εκτός από την εξοικονόμηση αποθηκευτικού χώρου, οι βάσεις δεδομένων που βρίσκονται συγκεντρωμένες σε ένα μέρος αποτρέπουν προβλήματα με μη σύμβατα μεταξύ τους δεδομένα.

Τα LAN έχουν τρεις χαρακτηριστικές ιδιότητες.

Η διάμετρος τους δεν ξεπερνά τα λίγα χιλιόμετρα

ο συνολικός ρυθμός μετάδοσης είναι τουλάχιστον μερικά Mbits/sec

ανήκουν πλήρως σε ένα οργανισμό.

1.3 ETHERNET

Το Ethernet είναι ένα πρότυπο για το φυσικό επίπεδο δικτύων, το οποίο εμφανίστηκε στην Xerox το 1973. Επίσημα, το πρότυπο καθορίστηκε το 1982 και είναι γνωστό ως IEEE 802.3. Τα χαρακτηριστικά του είναι:

- Ταχύτητα πρόσβασης 10Mbps.
- Η πρόσβαση των κόμβων στο δίκτυο γίνεται με μια μέθοδο που ονομάστηκε Carrier Sense Multiple Access Collision Detection (CSMA/CD).
- Η τοπολογία του δικτύου είναι δακτύλιος.
- Το φυσικό μέσο είναι ένα ομοαξονικό καλώδιο διαμέτρου 0.5inches.

Πριν ένας κόμβος μεταδώσει, 'ακούει' το δίκτυο. Αν το δίκτυο είναι ελεύθερο προχωρά στη μετάδοση των δεδομένων. Αν υπάρχει άλλος κόμβος που μεταδίδει την ίδια στιγμή, τότε έχουμε σύγκρουση (collision). Σε αυτήν την περίπτωση, ο κόμβος περιμένει για ένα τυχαίο χρονικό διάστημα και επιχειρεί ξανά τη μετάδοση. Όσο μεγαλώνει το πλήθος των κόμβων και αυξάνει το φορτίο του δικτύου, οι συγκρούσεις είναι πιο πιθανές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την δραματική μείωση της πραγματικής ταχύτητας του δικτύου. Δεν είναι απίθανο, αντί για 10Mbps, η ταχύτητα μεταφοράς να είναι γύρω στα 2.5Mbps. Κατά συνέπεια το Ethernet, σε αυτή του τη μορφή, είναι ακατάλληλο για μεταφορά συνεχούς πληροφορίας.

Το αρχικό πρότυπο, το 10Base-5, μπορεί να υποστηρίξει έναν μικρό αριθμό κόμβων, με μέγιστη απόσταση μεταξύ τους 500 μέτρα. Με χρήση επαναληπτών (repeaters) μπορούν να συνδεθούν τμήματα δικτύων, σχηματίζοντας ένα μεγαλύτερο δίκτυο με μέγιστο μήκος 2500 μέτρα.

Η παρουσίαση της εξέλιξης 10Base-T του προτύπου, που επέτρεψε τη χρησιμοποίηση καλωδίων UTP, έδωσε νέα ώθηση στο Ethernet. Αυτού του είδους τα καλώδια είναι φθηνά και ευρέως εγκαταστημένα, οπότε η υλοποίηση του δικτύου είναι πιο οικονομική. Παράλληλα, εγκαταλείφθηκε η τοπολογία αρτηρίας και υιοθετήθηκε η τοπολογία λογικού αστέρα. Στο κέντρο της τοπολογίας υπάρχει μια συσκευή προώθησης της πληροφορίας που εισέρχεται σε αυτή, σε όλους τους κόμβους που είναι συνδεδεμένοι πάνω της. Η συσκευή αυτή ονομάζεται hub. Το 10Base-T είναι ίσως η πιο δημοφιλής αρχιτεκτονική LAN.

Καλώδιο	Ρυθμός Πρόσβασης (Mbps)	Πρότυπο
Λεπτό ομοαξονικό	10	10Base-5
Λεπτό ομοαξονικό	10	10Base-2
Ευρείας ζώνης ομοαξονικό (Broadband Coaxial)	10	10Broad-36
Οπτική Ίνα	10	10Base-F
UTP	10	10Base-T
UTP	1	1Base-5
UTP	100	100Base-T
UTP	100	100Base-VG

Πίνακας 7-1. Τα διάφορα πρότυπα Ethernet δικτύων

Ο Πίνακας 7-1 παρουσιάζει όλες τις δυνατές μορφές που μπορεί να πάρει το Ethernet. Στο όνομα κάθε προτύπου, το πρώτο νούμερο αφορά το ρυθμό πρόσβασης, εκφρασμένο σε Mbps. Το δεύτερο νούμερο δηλώνει τη μέγιστη απόσταση σε εκατοντάδες μέτρα.

2. GIGABIT ETHERNET

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σήμερα το Ethernet είναι συνώνυμο με το πρότυπο 802.3 της IEEE για "1-persistent CSMA/CD LAN". Το πρότυπο 802.3 έχει μία ενδιαφέρουσα ιστορία. Η αρχή του έγινε στο Πανεπιστήμιο της Χαβάης με το δίκτυο ALOHA. Αυτό το σύστημα είναι ο πρόγονος όλων των shared media networks. Το αρχικό Ethernet, το οποίο αναπτύχθηκε από την Xerox, βασίστηκε στο ALOHA σύστημα. Ήταν ένα 2.94 Mbps CSMA/CD σύστημα και χρησιμοποιήθηκε για να συνδέσει πάνω από 100 προσωπικούς σταθμούς σε ένα καλώδιο ενός χιλιομέτρου. Ήταν τόσο επιτυχημένο, ώστε η Xerox, η DEC και η Intel έβγαλαν ένα πρότυπο για ταχύτητες 10 Mbps. Το πρότυπο 802.3 βασίζεται στο 10Mbps Ethernet.

Το CSMA/CD αναφέρεται στο πρωτόκολλο που χρησιμοποιούν οι σταθμοί που μοιράζονται το μέσο, για να κάνουν έλεγχο πρόσβασης. Ο αποστολέας πρέπει να "ακούσει" το μέσο. Αν κανένας άλλος δε μεταδίδει, τότε ο αποστολέας μπορεί να μεταδώσει. Αν δύο αποστολείς αρχίσουν την μετάδοση την ίδια χρονική στιγμή, τότε λέμε ότι έχουμε *σύγκρουση* (collision). Οι σταθμοί που μεταδίδουν, πρέπει επιπλέον να ελέγχουν το μέσο για συγκρούσεις όταν μεταδίδουν, και να μεταδίδουν ξανά το πακέτο αφού περάσει κάποιο χρονικό διάστημα, αν συνέβη σύγκρουση.

Το αρχικό πρότυπο 802.3 δημοσιεύθηκε το 1985. Αρχικά δύο τύποι ομοαξονικών (coaxial) καλωδίων χρησιμοποιήθηκαν και ονομάστηκαν Thick Ethernet και Thin Ethernet. Αργότερα προστέθηκαν και τα καλώδια UTP (unshielded copper twisted pair) .

Το 1980, όταν η Xerox, η DEC και η Intel εξέδωσαν το πρότυπο DIX Ethernet, τα 10 Mbps ήταν μεγάλο εύρος ζώνης. Από τότε, καθώς η τεχνολογία αναπτυσσόταν, οι απαιτήσεις σε εύρος ζώνης όλο και αυξάνονταν. Το 1995, η IEEE υιοθέτησε το 802.3u Fast Ethernet πρότυπο. Το Fast Ethernet είναι ένα Ethernet πρότυπο 100 Mbps. Το Fast Ethernet επαλήθευσε την κλιμακωσιμότητα του Ethernet. Μέχρι τότε, όλα τα Ethernet λειτουργούσαν με half-duplex mode, το Fast Ethernet ήταν full-duplex.

Το επόμενο βήμα στην εξέλιξη του Ethernet ήταν το Gigabit Ethernet

Το πρότυπο Gigabit Ethernet αναπτύχθηκε από την επιτροπή 802.3z της IEEE και επισήμως υιοθετήθηκε στις 25 Ιουνίου του 1998. Το Gigabit Ethernet είναι το πιο πρόσφατο μέλος της οικογένειας IEEE 802.3 και αναφέρεται ως standard IEEE 802.3z. Στόχος του 1000 Base-T είναι αφενός η συμβατότητα με το πρότυπο 802.3 και αφετέρου η αύξηση της ταχύτητας επικοινωνίας στα 1000 Mdbps. Χρησιμοποιεί είτε οπτική ίνα (από 500m-για πολύτροπη οπτική ίνα-έως 3Km-για μονότροπη οπτική ίνα), είτε καλώδιο UTP κατηγορίας 5(για αποστάσεις μέχρι 100m). Λειτουργεί σε μετάδοση full duplex, αλλά και σε half duplex, όπου στη δεύτερη χρησιμοποιεί CSMA/CD. Το 1000 Base-T μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ραχοκοκαλιά (backbone) ενδοκιριακής δικτύωσης ή και για τη σύνδεση

ισχυρών εξυπηρετητών με πολλαπλές μονάδες επεξεργασίας και απαιτητικές εφαρμογές (ήχος, εικόνα, κινούμενη εικόνα, κλπ).

2.2 Διαστρωμάτωση

Το IEEE 802.3z πρότυπο περιλαμβάνει το Gigabit Ethernet MAC, όπως επίσης και τρία φυσικά στρώματα που χρησιμοποιούν την κωδικοποίηση 8B/10B.

Το IEEE 802.3z πρότυπο περιγράφει δύο φυσικά στρώματα ίνας (fiber physical layer standards), τα 1000BASE-LX και 1000BASE-SX, καθώς και ένα φυσικό στρώμα χαλκού (copper PHY), το 1000BASE-CX.

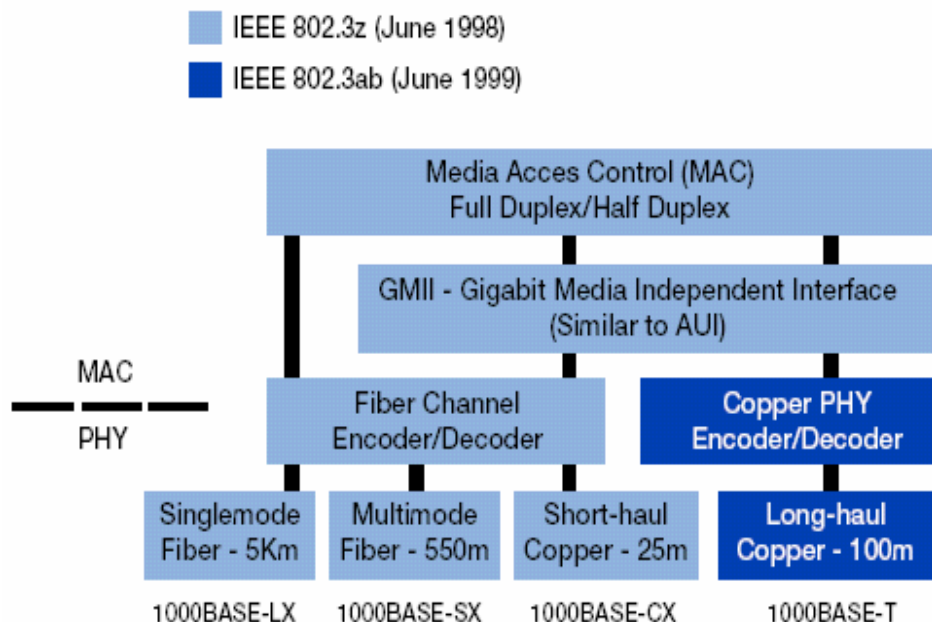
Ένα χρόνο αργότερα, τον Ιούνιο του 1999, η IEEE προτυποποίησε το 802.3ab μέσω χαλκού (over copper) ως 1000BASE-T επιτρέποντας Gigabit ταχύτητες να μεταδίδονται μέσω Cat-5 καλωδίου.

Η IEEE επίσης όρισε το Gigabit MII (GMII), το οποίο είναι παρόμοιο με το Fast Ethernet MII και συνδέει το Gigabit MAC και το PHY.

Μερικά μέλη της IEEE ήθελαν να κάνουν το Gigabit Ethernet μία full-duplex-only τεχνολογία. Άλλοι ήθελαν να διατηρηθεί ο κλασικός CSMA/CD αλγόριθμος και η half-duplex λειτουργία. Ο λόγος για τη διατήρηση του CSMA/CD μέρους του Ethernet ήταν διπλός. Πρώτον, πολλοί πωλητές δεν ήθελαν να ξανασχεδιάσουν τα Ethernet MAC chips τους τελείως. Δεύτερον, πολλά μέλη της IEEE απλά ήθελαν να διαφυλάξουν την 25 ετών κληρονομιά του CSMA/CD αυτούσια.

Η παρακάτω εικόνα δείχνει τα διάφορα μέλη του Gigabit-Ethernet.

The Gigabit Ethernet Standards



Σχήμα 1. Gigabit Ethernet Πρότυπα

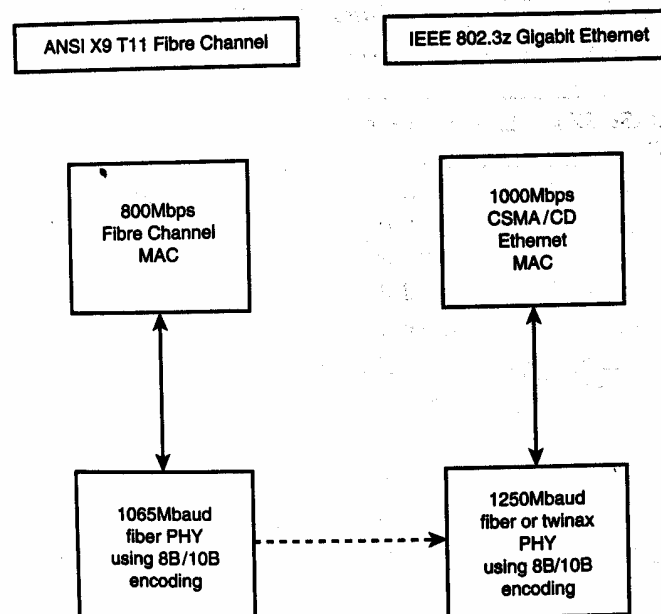
2.2.1 Φυσικό Επίπεδο

Το φυσικό επίπεδο του Gigabit Ethernet χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό πιστοποιημένων τεχνολογιών του Ethernet και της προδιαγραφής ANSI X3T11 για κανάλια ινών (ANSI X3T11 Fiber Channel Specification).

Το Gigabit Ethernet υποστηρίζει τέσσερις τύπους από φυσικά μέσα. Περιγράφονται στα πρότυπα 802.3z (1000BASE-X) και 802.3ab (1000BASE-T).

1000BASE-X Πρότυπο

Το 1000BASE-X πρότυπο βασίζεται στο φυσικό επίπεδο του Καναλιού Ίνας (Fiber Channel). Το Κανάλι Ίνας είναι μία διασυνδετική τεχνολογία για την σύνδεση σταθμών εργασίας, υπερυπολογιστών, συσκευών αποθήκευσης και περιφερειακών. Το Κανάλι Ίνας έχει μία αρχιτεκτονική τεσσάρων επιπέδων. Τα χαμηλότερα δύο επίπεδα, τα FC-0 (Interface και media) και FC-1 (Encode/Decode) χρησιμοποιούνται στο Gigabit Ethernet. Το μόνο θέμα συζήτησης ήταν η ταχύτητα. Το Fiber Channel PMD τρέχει σε 1Gbaud και χρησιμοποιεί κωδικοποίηση 8B/10B. Αυτό μεταφράζεται σε ρυθμό δεδομένων μόνο 800Mbps. Επομένως η IEEE αύξησε την ταχύτητα του Fiber Channel PHY σε 1.2 Gbaud για να πετύχει πραγματικό throughput δεδομένων 1Gbps.



Σχήμα 2. Τρία από τα Gigabit Ethernet PHYs βασίζονται στο ANSI Fiber Channel PHY στα 1.25 Gbaud.

Τρεις τύποι μέσων περιλαμβάνονται στο πρότυπο 1000BASE-X.

- **1000BASE-SX: Gigabit Ethernet για Οριζόντιες Ίνες:**
Το 1000BASE-SX είναι πιο οικονομικό (cost-sensitive) και αναφέρεται σε οριζόντιες συνδέσεις ή μικρότερες backbone συνδέσεις. Χρησιμοποιεί το ίδιο φυσικό επίπεδο με το LX και χρησιμοποιεί τις οικονομικά ανεκτές 850nm μικρού μήκους κύματος οπτικές διόδους. Το 1000BASE-SX χρησιμοποιεί μόνο πολυτροπικές ίνες (multimode fiber – MMF). Η απόστασεις που υποστηρίζει κυμαίνονται από τα 220m μέχρι τα 550m, αναλόγως τον τύπο τον τύπο της καλωδίωσης ίνας που χρησιμοποιείται.
- **1000BASE-LX: Ethernet για Κατακόρυφα ή Πανεπιστημιακά Backbones:**
Το 1000BASE-LX στοχεύει σε μεγαλύτερες backbone ή κατακόρυφες συνδέσεις. Το LX μπορεί να χρησιμοποιήσει είτε πολυτροπικές (MMF) είτε μονοτροπικές (single-mode fiber – SMF) και απαιτεί ακριβά 1300nm laser. Η IEEE όρισε ένα μήκος segment 5000m για το LX με μονοτροπικές ίνες. Για το LX με πολυτροπικές ίνες, η απόσταση είναι 550m (full-duplex συνδέσεις).

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τους διαφορετικούς 1000BASE-SX και LX συνδυασμούς.

Πίνακας 1. Το 1000BASE-SX και LX μέγιστο μήκος κύματος ποικίλει αναλόγως τον τύπο και την ποιότητα της ίνας που χρησιμοποιείται

Μήκος κύματος	Τύπος ίνας	Μήκος ίνας (µm)	Εύρος ζώνης	Εξασθένηση	Μέγιστη Απόσταση η
1000BASE-SX					
850	MMF	50/125µm	400 MHz/km	3.25	500m
			500 MHz/km	3.43	550m
		62.5/125µm	160 MHz/km	2.33	220m
			200 MHz/km	2.53	275m
1000BASE-LX					
1300	MMF	50/125µm	400/500 MHz/km	2.32	550m
		62.5/125µm	500 MHz/km	2.32	550m
	SMF	10/125µm	Huge/infinite	4.50	5000m

- **1000BASE-CX: Gigabit Ethernet για Διπλή χάλκινη Καλωδίωση:**
Το τρίτο φυσικό επίπεδο που βασίζεται στο Κανάλι Ίνας, το 1000BASE-CX, σχεδιάστηκε για μικρές διασυνδέσεις hubs, switches ή routers. Ο χαλκός είναι το προτιμώμενο μέσο γιατί είναι ευκολότερη και γρηγορότερη η συναρμολόγηση χάλκινες συνδέσεις καλωδίων παρά ίνες. Η 150-Ω διπλή καλωδίωση, παρόμοια με την καλωδίωση Token Ring της IBM, επιλέχθηκε. Το μέγιστο μήκος καλωδίου είναι 25m (half- ή full-duplex). Δύο σύνδεσμοι ορίζονται για το 1000BASE-CX. Επειδή τα φυσικά επίπεδα του προτύπου 1000BASE-X προέρχονται από το Πρότυπο Καναλιού Ίνας,

είναι λογικό να χρησιμοποιηθεί ο ίδιος σύνδεσμος: ο Υψηλής Ταχύτητας Σύνδεσμος Σειριακών Δεδομένων (High-Speed Serial Data Connector - HSSDC), κοινώς γνωστός ως Fiber Channel Style 2 σύνδεσμος. Η IEEE όρισε επιπλέον ένα 9-pin D-subminiature σύνδεσμο, ο οποίος επίσης χρησιμοποιείται για Token Ring και για 1000BASE-TX με μονοτροπικές ίνες.

1000BASE-T Πρότυπο

1000BASE-T: Gigabit Ethernet για 4-ζεύγο Κατηγορίας 5 UTP

Η επιτροπή της IEEE 802.3ab ολοκλήρωσε ένα νέο πρότυπο που ορίζει Gigabit Ethernet μετάδοση μέσω 4-ζευγού κατηγορίας 5 ή καλύτερου καλωδίου. Το 1000BASE-T είναι ένα μηχανολογικό κατόρθωμα. Όταν πρωτοξεκίνησε η 100MHz Κατηγορίας 5 καλωδίωση, ο μέγιστος ρυθμός δεδομένων θεωρείτο ότι ήταν γύρω στα 100 Mbps. Οι μηχανικοί της IEEE κατόρθωσαν να πάρουν 10 φορές παραπάνω μεγαλύτερη ταχύτητα. Το 1000BASE-T συνδυάζει αρκετά τρικ για να πετύχει 1000Mbps μέσω της Κατηγορίας 5.

- Χρησιμοποιεί και τα τέσσερα ζεύγη της Κατηγορίας 5. Μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθεί και ο συνηθισμένος σύνδεσμος της κατηγορίας 5 RJ-45.
- Χρησιμοποιεί ταυτόχρονη μετάδοση και λήψη σε όλα τα τέσσερα ζεύγη. Όλα τα υπόλοιπα φυσικά επίπεδα είτε μεταδίδουν είτε λαμβάνουν, αλλά ποτέ και τα δύο. Η ταυτόχρονη μετάδοση και από τα δύο άκρα ονομάζεται και dual-duplex.
- Για καλύτερη χρήση του διαθέσιμου εύρους ζώνης, χρησιμοποιεί το ίδιο σχέδιο κωδικοποίησης που αναπτύχθηκε για το 100BASE-T2, που ονομάζεται PAM5. Το 1000BASE-T λειτουργεί στα 125MHz, την ίδια συχνότητα με το 1000BASE-TX, που είναι πέντε φορές η συχνότητα του 100BASE-T2. Επειδή το 1000BASE-T είναι βασικά ένας συνδυασμός των 100BASE-TX και 100BASE-T2, αυτό το σχέδιο κωδικοποίησης ονομάζεται και βελτιωμένο TX/T2 (enhanced TX/T2).
- Συνδυάζει πολλά υπάρχοντα τεχνολογικά χαρακτηριστικά, αλλά ο συνδυασμός των τεσσάρων ταυτόχρονων μεταδόσεων και λήψεων και στα τέσσερα ζεύγη, η σύνθετη PAM5 κωδικοποίηση και ο υψηλός ρυθμός συμβόλων των 125 MHz το κάνουν μία ανώτατου επιπέδου τεχνική μετάδοσης τεχνολογία. Αυτό απαιτεί έναν υψηλά έμπειρο DSP (Digital Signal Processor) για να το κάνει στην πράξη να δουλέψει. Το PHY chip μετάδοσης λήψης (transceiver) και στα δύο άκρα του καλωδίου θα είναι στην πραγματικότητα μία σύνθετη DSP μηχανή που θα περιέχει περισσότερα από 200,000 transistors, περίπου τα ίδια με έναν μικροεπεξεργαστή Intel 486.

Πίνακας 2. Μία σύνοψη των διαφορετικών Gigabit Ethernet υλοποιήσεων του φυσικού επιπέδου.

PHY Parameter	1000BASE-T	1000BASE-SX	1000BASE-LX	1000BASE-CX
IEEE Standard	802.3ab	802.3z		
	June 1999	(July 1998)		
Number of pairs required	Four pairs	Two strands	Two strands	Two pairs
Cable Category required	Category 5 or better	50 or 62.5 μ m MMF	50 or 62.5 μ m MMF or 8-10 μ m SMF	150- Ω Twinax
Cable length	100m	220-550m	5000m (SMF) 550m (MMF)	25m
Encoding	8B/10B	8B/10B	8B/10B	8B/10B
Connector	RJ-45	√	SC	HSSC or DB-9
Specified				
Full-duplex capable	Yes	√	√	√

2.2.2 MAC Επίπεδο

Το MAC επίπεδο του Gigabit Ethernet χρησιμοποιεί το ίδιο CSMA/CD πρωτόκολλο με το Ethernet. Το μέγιστο μήκος ενός segment καλωδίου χρησιμοποιείται για τη σύνδεση σταθμών που περιορίζονται από το CSMA/CD πρωτόκολλο. Αν δύο σταθμοί ταυτοχρόνως εντοπίσουν ένα μέσο στο οποίο δεν μεταδίδει κανείς και αρχίσουν να μεταδίδουν, τότε θα συμβεί σύγκρουση.

Το Ethernet έχει ελάχιστο μέγεθος frame 64 bytes. Ο λόγος για την ύπαρξη ελάχιστου μεγέθους frame είναι για να εμποδίσουμε ένα σταθμό από την ολοκλήρωση της μετάδοσης ενός frame, πριν το πρώτο bit έχει φτάσει το μακρινό άκρο του καλωδίου, όπου ίσως συγκρουστεί με ένα άλλο frame. Επιπλέον ο ελάχιστος χρόνος για τον εντοπισμό μίας σύγκρουσης είναι ο χρόνος που απαιτεί το σήμα για να διαδοθεί από το ένα άκρο του καλωδίου στο άλλο. Ο ελάχιστος χρόνος καλείται χρόνος σχισμής (slot time). (Μία πιο χρήσιμη μετρική είναι το μέγεθος σχισμής -slot size- ο αριθμός των bytes που μπορούν να μεταδοθούν στο χρόνο σχισμής. Στο Ethernet το μέγεθος σχισμής είναι 64 bytes, το ελάχιστο μήκος frame).

Το μέγιστο μήκος καλωδίου που επιτρέπεται στο Ethernet είναι 2.5 km (με το πολύ τέσσερις επαναλήπτες σε κάθε μονοπάτι). Όσο ο ρυθμός των bit αυξάνεται, ο αποστολέας μεταδίδει γρηγορότερα το frame. Σαν αποτέλεσμα, αν τα ίδια μεγέθη frames και μήκη καλωδίων διατηρούνται, τότε ο σταθμός μπορεί να μεταδίδει πάρα πολύ γρήγορα και να μην ανιχνεύει μία σύγκρουση στην άλλη άκρη του καλωδίου. Έτσι, δύο πράγματα πρέπει να γίνουν: (i) Να διατηρηθεί το μέγιστο μήκος καλωδίου και να αυξηθεί ο χρόνος σχισμής (και επομένως το ελάχιστο μέγεθος frame) ή (ii) Να διατηρηθεί ο χρόνος σχισμής ίδιος και να μειωθεί το μέγιστο μήκος καλωδίου ή και τα δύο. Στο Fast Ethernet το μέγιστο

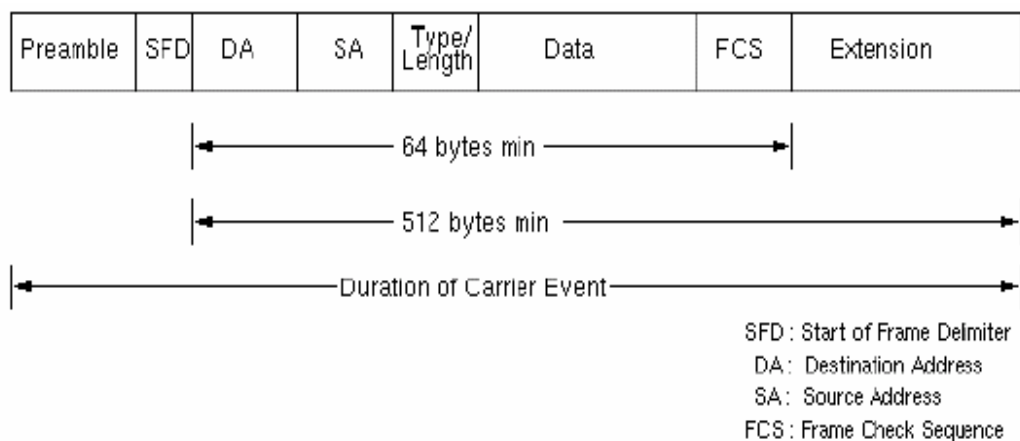
μήκος καλωδίου μειώνεται σε μόνο 100 μέτρα αφήνοντας το ελάχιστο μέγεθος frame και το χρόνο σχισμής ανέπαφα.

Το Gigabit Ethernet διατηρεί τα ελάχιστα και μέγιστα μεγέθη frame του Ethernet. Αφού το Gigabit Ethernet είναι δέκα φορές γρηγορότερο από το Fast Ethernet, για να διατηρηθεί το ίδιο μέγεθος σχισμής, το μέγιστο μήκος καλωδίου θα έπρεπε να μειωθεί περίπου 10 μέτρα, το οποίο δεν είναι χρήσιμο. Αντίθετα, το Gigabit Ethernet χρησιμοποιεί ένα μεγαλύτερο μέγεθος σχισμής 512 bytes. Για τη διατήρηση της συμβατότητας με το Ethernet, το ελάχιστο μέγεθος frame δεν αυξάνεται, αλλά το 'carrier event' (φέρον συμβάν) προεκτείνεται. Αν το frame είναι μικρότερο από 512 bytes τότε γεμίζει με σύμβολα προέκτασης. Είναι ειδικά σύμβολα τα οποία δεν βρίσκονται στο ωφέλιμο φορτίο (payload). Αυτή η διαδικασία ονομάζεται Επέκταση Φέροντος (Carrier Extension).

Επέκταση Φέροντος (Carrier Extension)

Το Gigabit Ethernet πρέπει να είναι διαλειτουργικό με τα υπάρχοντα 802.3 δίκτυα. Η Επέκταση Φέροντος είναι ένας τρόπος για τη διατήρηση των ελάχιστων και μέγιστων μεγεθών frame σημαντικών αποστάσεων καλωδίωσης.

Για τα μεταφερόμενα εκτεταμένα frames τα σύμβολα προέκτασης περιλαμβάνονται στο παράθυρο σύγκρουσης (collision window) που είναι το ολικό εκτεταμένο frame που θεωρείται ότι θα συγκρουστεί και το πετάμε. Ωστόσο, η ακολουθία ελέγχου frame (Frame Check Sequence- FCS), υπολογίζεται μόνο στο αρχικό (χωρίς τα σύμβολα επέκτασης) frame. Τα σύμβολα επέκτασης αφαιρούνται πριν το FCS ελεγχθεί από τον αποστολέα. Έτσι το LLC (Logical Link Control) επίπεδο δεν γνωρίζει για την προέκταση φορτίου. Η παρακάτω εικόνα δείχνει το format ενός Ethernet frame όταν χρησιμοποιείται η Επέκταση Φέροντος.

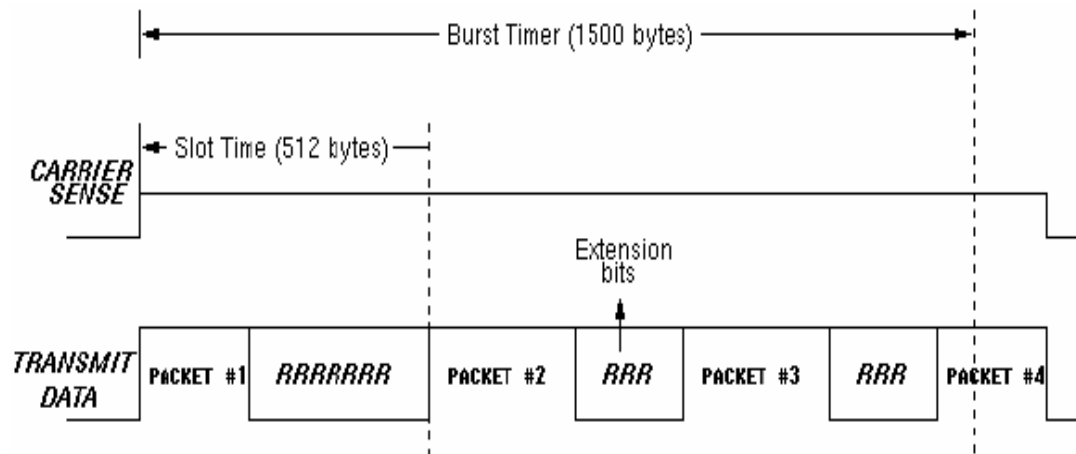


Σχήμα 3. Ethernet frame format με Carrier Extension

Packet Bursting

Η Επέκταση Φέροντος είναι μία απλή λύση, αλλά σπαταλάει εύρος ζώνης. Πάνω από 448 bytes προσθήκης πρέπει να σταλούν για μικρά πακέτα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα χαμηλό throughput. Στην πραγματικότητα, για μεγάλο αριθμό πακέτων το throughput είναι οριακά καλύτερο από αυτό του Fast Ethernet.

Το Packet Bursting είναι μία επέκταση του Carrier Extension. Το Packet bursting είναι Carrier Extension συν ένα “ξέσπασμα” από πακέτα. Όταν ένας σταθμός έχει έναν αριθμό πακέτων να μεταδώσει, το πρώτο πακέτο τοποθετείται στο χρόνο σχισμής αν χρειάζεται, χρησιμοποιώντας την Επέκταση Φέροντος. Τα ακόλουθα πακέτα μεταδίδονται το ένα πίσω από το άλλο με το ελάχιστο IPG (Inter-packet gap), μέχρι ένας burst μετρητής (των 1500 bytes) λήξει. Το Packet Bursting αυξάνει σημαντικά το throughput. Η επόμενη εικόνα δείχνει πώς λειτουργεί το Packet Bursting.



Σχήμα 4. Packet Bursting

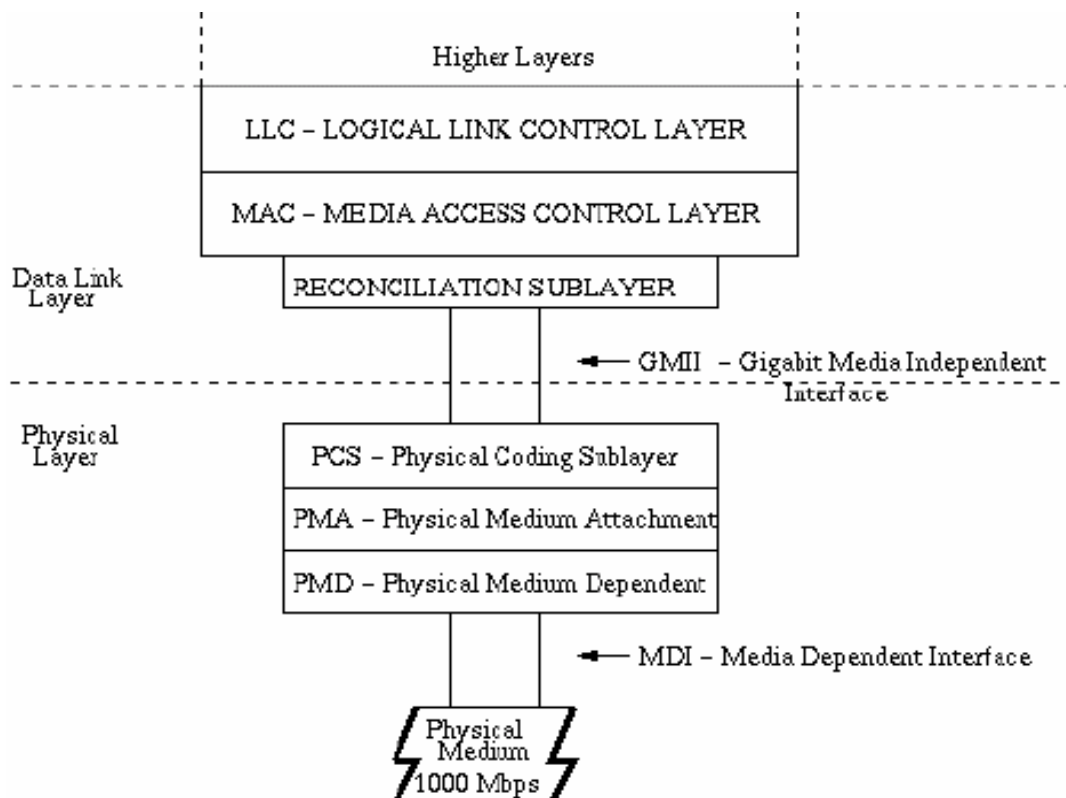
2.3 GMII (Gigabit Media Independent Interface)

Τα διάφορα επίπεδα της αρχιτεκτονικής του Gigabit Ethernet πρωτόκολλου παρουσιάζονται στην επόμενη εικόνα. Το GMII είναι μία διεπαφή μεταξύ του MAC επιπέδου και του φυσικού επιπέδου. Είναι μία επέκταση του MII (Media Independent Interface) που χρησιμοποιείται στο Fast Ethernet. Υποστηρίζει 10, 100 και 1000Mbps ρυθμούς bits. Παρέχει ξεχωριστές 8-bit μετάδοσης και λήψης διαδρομές δεδομένων, έτσι μπορεί να υποστηρίξει λειτουργίες full-duplex όπως και half-duplex.

Το GMII παρέχει δύο σήματα κατάστασης μέσου: το ένα δηλώνει την παρουσία φέροντος, και το άλλο δηλώνει την απουσία σύγκρουσης. Το υπόστρωμα Reconciliation (RS – υπόστρωμα προσαρμογής) αντιστοιχίζει αυτά τα σήματα στις φυσικές αρχές σηματοδότησης (PLC) γνωστές από το υπάρχον MAC υπόστρωμα. Με το GMII, είναι δυνατόν να συνδεθούν διαφορετικοί τύποι μέσων όπως με κάλυμμα ή χωρίς συνεστραμμένα ζεύγη (shielded and unshielded

twisted pair) και μονοτροπικές και πολυτροπικές οπτικές ίνες, όσο χρησιμοποιούν τον ίδιο MAC ελεγκτή.

Το GMII διαιρείται σε τρία υποστρώματα: το PCS, το PMA και το PMD.



Σχήμα 5. Αρχιτεκτονική Gigabit Ethernet

2.3.1 PCS (Physical Coding Sublayer)

Αυτό είναι το υπόστρωμα του GMII που παρέχει μία ενιαία διεπαφή στο Reconciliation υπόστρωμα για όλα τα φυσικά μέσα. Χρησιμοποιεί κωδικοποίηση 8B/10B όπως το Κανάλι Ίνας (Fiber Channel). Σε αυτόν τον τύπο κωδικοποίησης, ομάδες των 8 bits αναπαρίστανται από 10-bit κωδικές ομάδες (code groups). Μερικές κωδικές ομάδες αναπαριστούν 8-bit σύμβολα δεδομένων. Άλλες είναι σύμβολα ελέγχου. Τα σύμβολα επέκτασης που χρησιμοποιούνται στο Carrier Extension είναι ένα παράδειγμα συμβόλων ελέγχου.

Η ανίχνευση φέροντος και ο εντοπισμός σύγκρουσης δημιουργούνται από αυτό το υπόστρωμα. Επίσης διαχειρίζεται την διαδικασία αυτό-διαπραγμάτευσης (auto-negotiation) με την οποία το NIC (Network Interface) επικοινωνεί με το

δίκτυο για να καθορίσουν την δικτυακή ταχύτητα (10, 100 ή 1000Mbps) και τον τρόπο λειτουργίας (full-duplex ή half-duplex).

2.3.2 PMA (Physical Medium Attachment)

Το υπόστρωμα παρέχει τρόπους ανεξάρτητους μέσου για το PCS για την υποστήριξη διαφορετικών σειριακών bit-oriented φυσικών μέσων. Αυτό το επίπεδο διατάσσει σειριακά κωδικές ομάδες για μετάδοση και αποδιατάσσει τα λαμβανόμενα bits από το μέσο σε κωδικές ομάδες.

2.3.3 PMD (Physical Medium Dependent)

Αυτό το υπόστρωμα αντιστοιχίζει το φυσικό μέσο στο PCS. Αυτό το επίπεδο ορίζει τη σηματοδότηση φυσικού επιπέδου που χρησιμοποιείται για φυσικά μέσα. Το MDI (Medium Dependent Interface), το οποίο είναι μέρος του PMD, είναι η πραγματική διεπαφή του φυσικού επιπέδου. Αυτό το επίπεδο ορίζει το πραγματική φυσική σύνδεση για διαφορετικούς τύπους μέσων.

2.4 Τοπολογίες

Το Gigabit Ethernet είναι βασικά μία “Πανεπιστημιακή Τοπολογία”, δηλαδή για χρήση σαν ραχοκοκαλιά (backbone) σε ένα ευρύ πανεπιστημιακό δίκτυο. Χρησιμοποιείται μεταξύ routers, hubs και switches. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη σύνδεση server, ομάδες από server και ισχυρούς σταθμούς εργασίας.

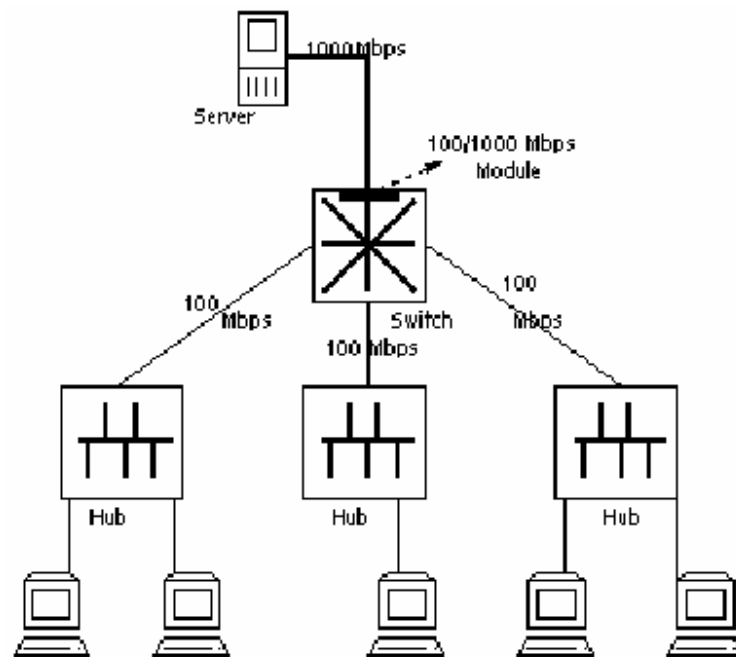
Τέσσερις τύποι hardware χρειάζονται για την αναβάθμιση ενός υπάρχοντος Ethernet/Fast Ethernet δικτύου σε Gigabit Ethernet.

- Gigabit κάρτες διασύνδεσης δικτύου (Gigabit Ethernet Network Interface Cards – NICS).
- Ένα άθροισμα από switches που συνδέουν έναν αριθμό Fast Ethernet segments σε Gigabit Ethernet.
- Gigabit Ethernet switches.
- Gigabit Ethernet επαναλήπτες.

Τα πέντε περισσότερο πιθανά σενάρια παρουσιάζονται παρακάτω

2.4.1 Αναβάθμιση συνδέσεων μεταξύ server-switch

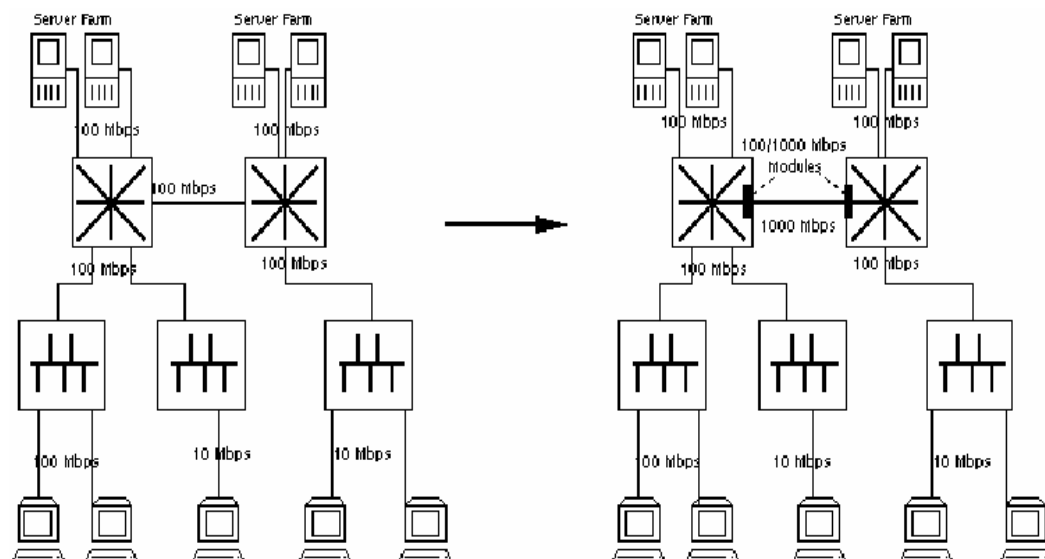
Τα περισσότερα δίκτυα έχουν κεντριοποιημένους file servers και compute servers. Ο server δέχεται αιτήσεις από ένα μεγάλο αριθμό πελατών. Επομένως, χρειάζεται περισσότερο εύρος ζώνης. Συνδέοντας servers σε switches με Gigabit Ethernet, βοηθάει στην επίτευξη υψηλότερων ταχυτήτων πρόσβασης στους servers. Αυτός είναι ίσως ο απλούστερος τρόπος για να επωφεληθούμε τα πλεονεκτήματα του Gigabit Ethernet.



Σχήμα 6. Σύνδεση server-switch

2.4.2 Αναβάθμιση συνδέσεων μεταξύ switch-switch

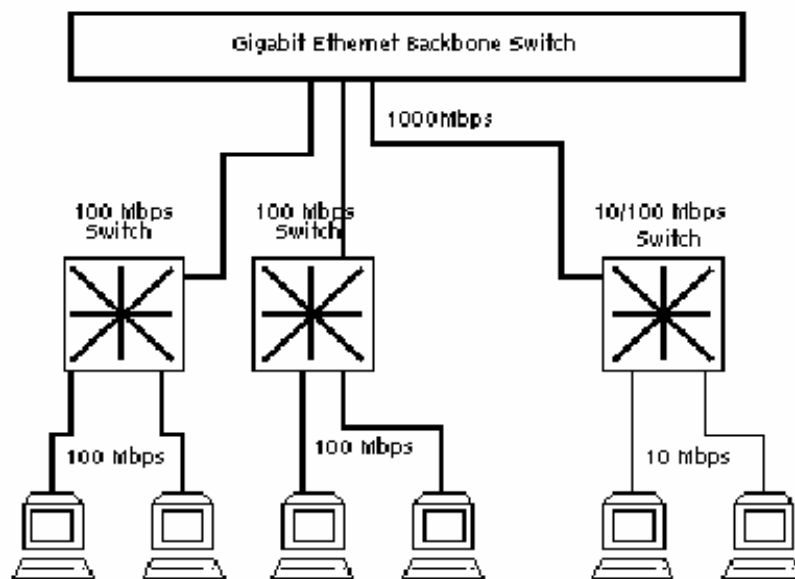
Μία άλλη απλή αναβάθμιση περιλαμβάνει την αναβάθμιση συνδέσεων μεταξύ Fast Ethernet switches σε συνδέσεις Gigabit Ethernet μεταξύ 100/1000Mbps switches.



Σχήμα 7. Αναβάθμιση συνδέσεων switch-switch

2.4.3 Αναβάθμιση Fast Ethernet Backbone

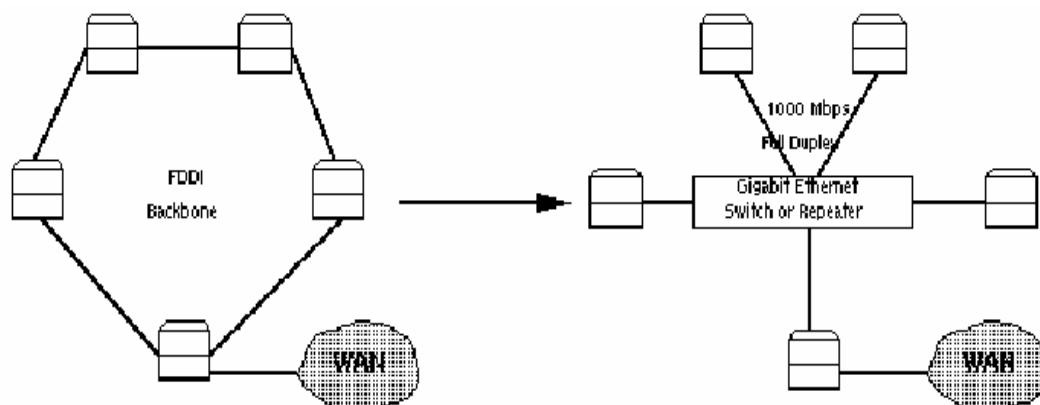
Ένα Fast Ethernet backbone switch είναι άθροισμα από πολλαπλά 10/100 Mbps switches. Μπορεί να αναβαθμιστεί σε ένα Gigabit Ethernet switch που υποστηρίζει πολλαπλά 100/1000 Mbps switches καθώς επίσης και hubs και routers που έχουν Gigabit Ethernet interfaces. Μόλις το backbone αναβαθμιστεί, servers υψηλής απόδοσης μπορούν να συνδεθούν απευθείας πάνω στο backbone. Αυτό θα αυξήσει σημαντικά το throughput για εφαρμογές που απαιτούν υψηλό εύρος ζώνης.



Σχήμα 8. Αναβάθμιση του backbone

2.4.4 Αναβάθμιση ενός κοινού FDDI backbone

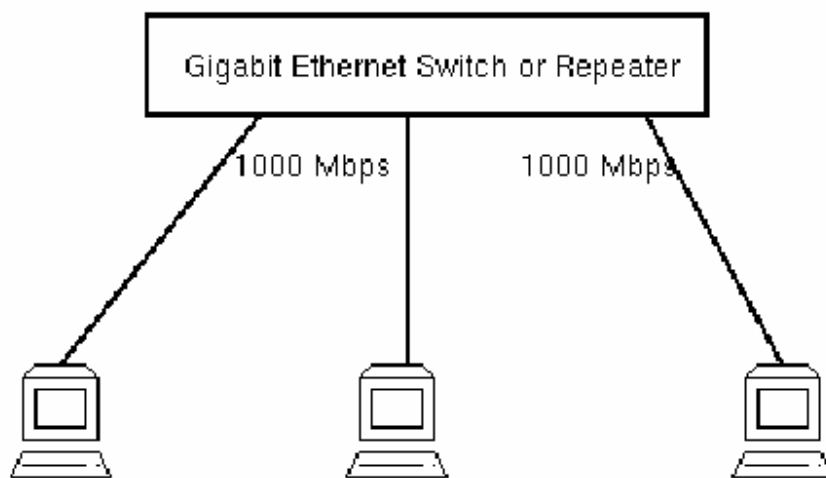
Το FDDI (Fiber Distributed Data Interface) είναι μία κοινή πανεπιστημιακή ή κτιρίου backbone τεχνολογία. Ένα FDDI backbone μπορεί να αναβαθμιστεί αντικαθιστώντας FDDI συγκεντρωτές ή Ethernet σε FDDI routers με ένα Gigabit Ethernet switch ή επαναλήπτη



Σχήμα 9. Αναβάθμιση ενός FDDI backbone

2.4.5 Αναβάθμιση σταθμών εργασίας υψηλής απόδοσης

Όσο οι σταθμοί εργασίας γίνονται όλο και ισχυρότεροι, υψηλότερες σε εύρος ζώνης συνδέσεις δικτύου απαιτούνται για τους σταθμούς. Τα τωρινά PCs έχουν διαύλους που μπορούν να στέλνουν με περισσότερο από 1000Mbps. Το Gigabit Ethernet μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συνδέσει τέτοιες υψηλής ταχύτητας μηχανές.



Σχήμα 10. Αναβάθμιση σταθμών εργασίας υψηλής απόδοσης.

2.5 Πλεονεκτήματα

Το Gigabit Ethernet είναι 100 φορές γρηγορότερο από το 10Mbps Ethernet και 10 φορές από το 100Mbps Fast Ethernet. Τα κύρια πλεονεκτήματα του Gigabit Ethernet περιλαμβάνουν:

- Αυξημένο εύρος ζώνης για υψηλότερη απόδοση και εξουδετέρωση των bottlenecks.
- Full-duplex χωρητικότητα, επιτρέποντας στο πραγματικό εύρος ζώνης να διπλασιάζεται εικονικά.
- Συσσώρευση εύρους ζώνης σε πολλαπλές Gigabit ταχύτητες χρησιμοποιώντας Gigabit server adapters και switches.
- Quality of Service (QoS).
- Χαμηλό κόστος απόκτησης.
- Πλήρη συμβατότητα με τη μεγάλη βάση Ethernet και Fast Ethernet κόμβων.
- Μετάδοση μεγάλων ποσών δεδομένων μέσω του δικτύου γρήγορα.

3. Εισαγωγή ΣΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ 10 GIGABIT ETHERNET

Από τη δημιουργία του, 25 περίπου χρόνια πριν, το Ethernet έχει εξελιχθεί για να ανταπεξέλθει στις ανάγκες των δικτύων που βασίζονται στη μεταφορά πακέτων. Εξαιτίας του μικρού κόστους υλοποίησης, της αξιοπιστίας του, της απλότητας εγκατάστασης και διατήρησης του, η δημοτικότητα του ethernet είναι πολύ υψηλή έτσι ώστε όλη η κίνηση στο διαδίκτυο αρχίζει και τερματίζει με μια ethernet σύνδεση. Όμως η μεγάλη απαίτηση για ακόμα ταχύτερα δίκτυα ανάγκασε και το ethernet να βελτιωθεί για να μπορεί να ανταποκριθεί με επιτυχία στη νέα πραγματικότητα.

Το πρότυπο IEEE 802.3ae 2002 (10 gigabit ethernet πρότυπο) που δημιουργήθηκε, είναι σε κάποια σημεία διαφορετικό από τις προηγούμενες ethernet τεχνολογίες όπως στο γεγονός ότι δουλεύει πάνω από οπτική ίνα και λειτουργεί μόνο σε πλήρη αμφίδρομο τρόπο (full duplex) κάνοντας έτσι τα πρωτόκολλα ανίχνευσης-συγκρούσεων να μην είναι απαραίτητα. Το ethernet μπορεί έτσι να δουλεύει με 10 gigabits ανά δευτερόλεπτο, διατηρώντας όμως όλες τις βασικές λειτουργίες του πρωτοκόλλου ethernet, όπως η μορφή των πακέτων, κάνοντας έτσι λειτουργικά τα χαρακτηριστικά του παραδοσιακού ethernet στο νέο πρότυπο.

3.1 Βασικά Σημεία του Προτύπου και η Αρχιτεκτονική του

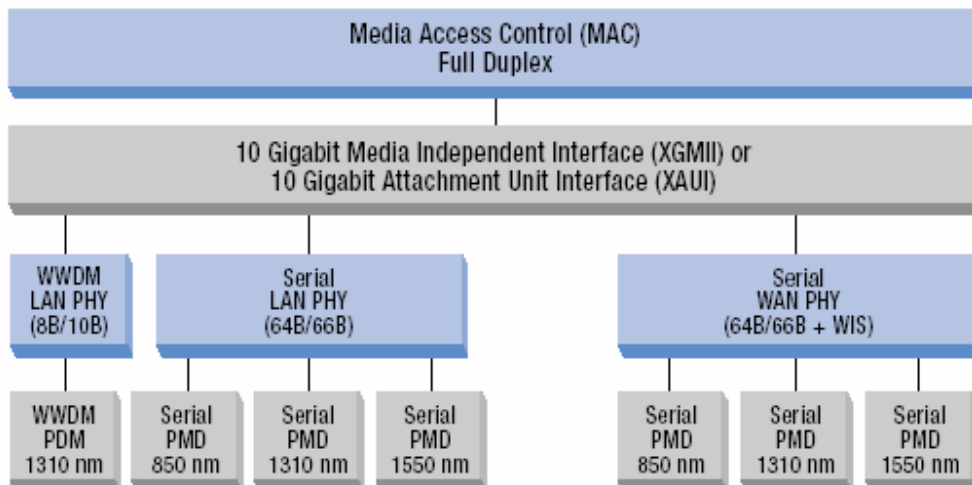
Το 10 Gigabit Ethernet πρότυπο επεκτείνει τα 802.3ae πρότυπα σε ενσύρματη ταχύτητα που φτάνει τα 10 Gbps, και επίσης επεκτείνει και τις εφαρμογές του ethernet για να περιλαμβάνουν WAN συμβατούς συνδέσμους. Το πρότυπο 10 Gigabit Ethernet παρέχει μία σημαντική αύξηση του εύρους ζώνης, ενώ παράλληλα διατηρεί μέγιστη συμβατότητα με τις ήδη εγκαταστημένες 802.3 διεπαφές, προστατεύοντας έτσι τις ήδη υπάρχουσες επενδύσεις στη έρευνα και στην παραγωγή και διατηρώντας τις βασικές αρχές λειτουργίας και διατήρησης των δικτύων.

Με βάση το OSI μοντέλο, το ethernet είναι ένα πρωτόκολλο που αναφέρεται στα επίπεδα 1 και 2. Το 10 Gigabit Ethernet διατηρεί αυτή τη βασική αρχιτεκτονική, συμπεριλαμβάνοντας όμως και το πρωτόκολλο ελέγχου πρόσβασης μέσου (MAC), και την ethernet μορφή πλαισίου, και το μέγιστο-ελάχιστο μέγεθος πλαισίου. Όπως στο Gigabit Ethernet και το 1000BASE-X και το 1000BASE-T ακολουθούν το βασικό ethernet μοντέλο, έτσι και το 10 Gigabit Ethernet συνεχίζει την ανάπτυξη του ethernet σε ταχύτητα και απόσταση, χρησιμοποιώντας τη βασική ethernet αρχιτεκτονική εκτός όμως από την εισαγωγή μιας βασικής διαφοράς σε αυτή την αρχιτεκτονική. Από τη στιγμή που το 10 Gigabit Ethernet είναι μια πλήρης αμφίδρομη (full duplex) τεχνολογία δε χρειάζεται το CSMA/CD (carrier-sensing multiple-access with collision detection) πρωτόκολλο το οποίο χρησιμοποιείται σε άλλες ethernet τεχνολογίες. Όμως σε κάθε άλλο θέμα αρχιτεκτονικής, το 10 Gigabit Ethernet τηρεί τις αρχές του αρχικού ethernet μοντέλου, που κάποιες από αυτές περιγράψαμε παραπάνω.

Όσον αφορά τώρα το φυσικό επίπεδο (επίπεδο 1), το ethernet PHY συνδέει το οπτικό μέσο με το MAC επίπεδο με τεχνολογία σύνδεσης όπως φαίνεται και στο

σχήμα 1. Η αρχιτεκτονική του ethernet διαιρεί το φυσικό επίπεδο σε τρία υποεπίπεδα:

1. Φυσικό μέσο εξάρτησης ή PMD
2. Φυσικό μέσο επισύναψης ή PMA
3. Φυσικό επίπεδο κωδικοποίησης ή PCS



Σχήμα 11. Η αρχιτεκτονική του πρότυπου 802.3ae.

Το PMD υποεπίπεδο παρέχει φυσική σύνδεση και σηματοδότηση στο μέσο. Οι οπτικοί πομποδέκτες για παράδειγμα αναφέρονται στο PMD. Το PCS αποτελείται από κωδικοποιητή (όπως 64B και 66B) και από serializer ή πολυπλέκτη. Κλείνοντας αυτή τη παράγραφο να πούμε ότι το πρότυπο IEEE 802.3ae καθορίζει δύο τύπους PHY:

- Το PHY LAN
- Το PHY WAN

Τα παραπάνω προσφέρουν την ίδια λειτουργικότητα, εκτός από το φυσικό επίπεδο του WAN, που διαθέτει ορισμένα ειδικά χαρακτηριστικά στο επίπεδο του PCS επιπέδου, που καθιστούν δυνατή τη σύνδεση με SONET STS-192c/SHD VC-4-64c δίκτυα.

3.2 Η Χρήση της Ινας στο 10 Gigabit Ethernet

Όπως αναφέραμε και παραπάνω το 10 Gigabit Ethernet λειτουργεί πάνω από οπτική ίνα, τα χαρακτηριστικά της οποίας θα αναλύσουμε σε αυτή τη παράγραφο.

ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΜΕΣΟ ΣΥΣΚΕΥΕΣ (PMD's)

Το πρότυπο IEEE 802.3ae παρέχει ένα φυσικό επίπεδο που υποστηρίζει συγκεκριμένες αποστάσεις όσο αφορά την οπτική ίνα. Για να μπορούν να τηρούνται οι υποστηριζόμενες αποστάσεις, τέσσερα PMD's (physical media dependent devices) επιλέχθηκαν όπως φαίνεται και στο παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3. Τα επιλεγμένα PMD's για την τήρηση των περιορισμών απόστασης,

Device	8B/10B PCS	64B/66B PCS	WIS	850 nm Serial	1310 nm WWDM	1310 nm Serial	1550 nm Serial
10GBASE-SR		■		■			
10GBASE-SW		■	■	■			
10GBASE-LX4	■				■		
10GBASE-LR		■				■	
10GBASE-LW		■	■			■	
10GBASE-ER		■					■
10GBASE-ER		■	■				■

Η επιλογή λοιπών των PMD's είναι η εξής:

- Ένα 1310 νανόμετρων σειριακό PMD για την υποστήριξη μονοτροπικής ίνας για μέγιστη απόσταση 10km.
- Ένα 1550 νανόμετρων σειριακό PMD για την υποστήριξη μονοτροπικής ίνας για μέγιστη απόσταση 40km
- Ένα 850 νανόμετρων σειριακό PMD για την υποστήριξη πολυτροπικής ίνας για μέγιστη απόσταση 300 μέτρων.
- Ένα 1310 νανόμετρων WWDM (wide-wave division multiplexing) PMD για την υποστήριξη μονοτροπικής ίνας για μέγιστη απόσταση 10km, όπως επίσης για την υποστήριξη πολυτροπικής ίνας για μέγιστη απόσταση 300 μέτρα.

INA

Όπως είναι γνωστό, υπάρχουν δύο τύποι οπτικής ίνας που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα δεδομένων και στις τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές. Η 10 Gigabit Ethernet τεχνολογία όπως ορίζεται από το πρότυπο IEEE 802.3ae υποστηρίζει και τους δύο τύπους οπτικής ίνας. Παρόλα αυτά οι αποστάσεις ποικίλουν ανάλογα με το τύπο της οπτικής ίνας και το μήκος κύματος (nm) που χρησιμοποιείται για κάθε εφαρμογή. Στις εφαρμογές μονοτροπικής ίνας το πρότυπο IEEE 802.3ae υποστηρίζει 10km για οπτικές μεταδόσεις των 1310 νανόμετρων και 40km για οπτικές μεταδόσεις των 1550 νανόμετρων. Στη περίπτωση όμως της πολυτροπικής ίνας οι αποστάσεις δεν μπορούν να ορισθούν εύκολα, εξαιτίας της διαφοροποίησης των διαφορετικών τύπων ινών

και τον τρόπο που αυτές ορίζονται. Η πολυτροπική ίνα για παράδειγμα ορίζεται από τη διάμετρο του πυρήνα (core) και του περιτυλίγματος (cladding). Για να γίνουμε πιο αντιληπτοί, μια ίνα με πυρήνα 62.5 μικρόμετρα και διάμετρο περιτυλίγματος 125 μικρόμετρο αναφέρεται ως 62.5/125 μικρομέτρων ίνα. Η μεγάλη αποδοχή των πολυτροπικών ινών στα δίκτυα σήμερα χρονολογείται στο συνυπολογισμό της 62.5/125 μικρομέτρων ίνας, στο πρότυπο FDDI στη δεκαετία του 1980. Να συμπληρώσουμε εδώ ότι ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει τη λειτουργία σε συγκεκριμένη απόσταση στη περίπτωση της πολυτροπικής ίνας είναι η χωρητικότητα της ίνας όσον αφορά τη μεταφερόμενη πληροφορία και η οποία μετριέται σε MHz-km. Αυτό το μέγεθος καθορίζει την απόσταση και το ρυθμό bit (bit rate) που ένα σύστημα μπορεί να λειτουργεί (π.χ 1Gbps ή 10Gbps). Η απόσταση που μπορεί να διατρέχει ένα σήμα μειώνεται όσο η ταχύτητα μετάδοσης αυξάνει όπως φαίνεται και στο παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4. Οι παράμετροι της πολυτροπικής ίνας.

Multimode Fiber	62.5 MMF			50 MMF	
MHz*km	160	200	400	500	2000
850 nm Serial	26m	33m	66m	82m	300m
1310 nm LX4	300m @ 500MHz*km		240m	300m	

Όταν λοιπόν υλοποιούμε εφαρμογές πάνω από πολυτροπική ίνα για το 10 Gigabit Ethernet, η κατανόηση των ορίων της απόστασης είναι πάρα πολύ σημαντικό για τις εναλλακτικές λύσεις του 10 Gigabit Ethernet.

3.3 Εφαρμογές του 10 Gigabit Ethernet

Οι κατασκευαστές αλλά και οι χρήστες συμφωνούν στο ότι το ethernet είναι φτηνό, κατανοητό, ευρέως χρησιμοποιούμενο και απόλυτα συμβατό για τα σημερινά δίκτυα LAN. Στις μέρες μας ένα πακέτο μπορεί να αφήσει κάποιου server την Gigabit Ethernet θύρα, να ταξιδέψει μέσω ενός DWDM δικτύου, και να βρει το δρόμο του προς το PC που διαθέτει Gigabit Ethernet θύρα χωρίς να υποστεί επανα-πλαισιοποίηση ή κάποιου μετατροπή πρωτοκόλλου. Γενικά το ethernet είναι σχεδόν παντού, και αυτή τη λειτουργικότητα του τη διατηρεί και σε 10 Gigabit Ethernet εφαρμογές.

3.3.1 Διασύνδεση ίνας στο 10 Gigabit Ethernet

Οι διασυνδέσεις ίνας (fabric interconnect), όταν αναφέρονται σε δίκτυα από server ή σε δίκτυα αποθήκευσης παραδοσιακά αποτελούν τα αφιερωμένα ιδιωτικά δίκτυα λίγων χρηστών όταν συγκρίνονται με το Ethernet. Αυτά τα δίκτυα από server όπως οι τεχνολογίες InfiniBand, Servernet, Myranet, Wulfskit και Quadrics, προσφέρουν μεγάλο εύρος ζώνης και μικρές καθυστερήσεις για μικρής διαμέτρου (μικρότερα των 20 μέτρων) δίκτυα. Όμως με εξαίρεση το InfiniBand, αυτά είναι ιδιωτικά δίκτυα, τα οποία είναι δύσκολα να συντηρηθούν εξαιτίας των λίγων επαγγελματιών που γνωρίζουν αυτή τη τεχνολογία. Αυτός ο μικρός αριθμός έχει ως συνέπεια το υψηλότερο κόστος για server adapters και switches. Επίσης να αναφέρουμε ότι όπως με τις ιδιόκτητες λύσεις αυτός ο τύπος της τεχνολογίας δεν είναι διαλειτουργικός, χωρίς τη χρήση κατάλληλων switches και δρομολογητών.

Στη περίπτωση τώρα των δικτύων αποθήκευσης, η έλλειψη προτύπων και τα προβλήματα διαλειτουργικότητας που υπήρχαν, έκαναν δύσκολη την εκμετάλλευση των οπτικών καναλιών. Επίσης αυτές οι τεχνολογίες αντιμετωπίζουν παρόμοια προβλήματα με αυτά των ιδιωτικών δικτύων εξυπηρετητών όπως η δυσκολία ανάπτυξης τους εξαιτίας έλλειψης ειδικευμένου προσωπικού και η απουσία διαλειτουργικότητας χωρίς τη χρήση ειδικών δρομολογητών και switches.

Η τεχνολογία του 10 Gigabit Ethernet είναι σε θέση να αντικαταστήσει τις παραπάνω τεχνολογίες και στη περίπτωση των δικτύων εξυπηρετητών και στη περίπτωση των δικτύων αποθήκευσης. Αυτό μπορεί να γίνει για τους παρακάτω λόγους:

- **To 10 Gigabit Ethernet προσφέρει το απαιτούμενο εύρος ζώνης.** Στη πραγματικότητα και τα InfiniBand και τα οπτικού καναλιού (Fibre Channel) δίκτυα θα αρχίσουν τη μαζική εκμετάλλευση της τεχνολογίας 10 Gigabit Ethernet.
- **Κερδοφόρα σταθεροποίηση κόστους των εξυπηρετητών.** Η τεχνολογία 10 Gigabit Ethernet εγγυάται σε ένα μοναδικό εξυπηρετητή το εύρος ζώνης που χρειάζεται για να αντικαταστήσει πολλούς εξυπηρετητές που κάνουν πολλές διαφορετικές δουλειές. Αυτή η κεντριοποιημένη διαχείριση συνεισφέρει πάρα πολύ στη σταθεροποίηση του εξυπηρετητή. Με ένα μοναδικό ισχυρό εξυπηρετητή οι διαχειριστές του συστήματος μπορούν να ελέγχουν και να διαχειρίζονται τους εξυπηρετητές και τις εφαρμογές, από μία μοναδική κονσόλα σώζοντας έτσι χρόνο και πόρους.
- **Οργανωμένη ανάπτυξη των χαρακτηριστικών του 10 Gigabit Ethernet.** Για πρώτη φορά, το Ethernet μπορεί να είναι ένα χαμηλής καθυστέρησης δίκτυο εξαιτίας του RDMA το οποίο είναι πολύ σημαντικό

στην εξυπηρετητή προς εξυπηρετητή επικοινωνία και σχετίζεται τυπικά με ομαδοποίηση και δίκτυα εξυπηρετητών.

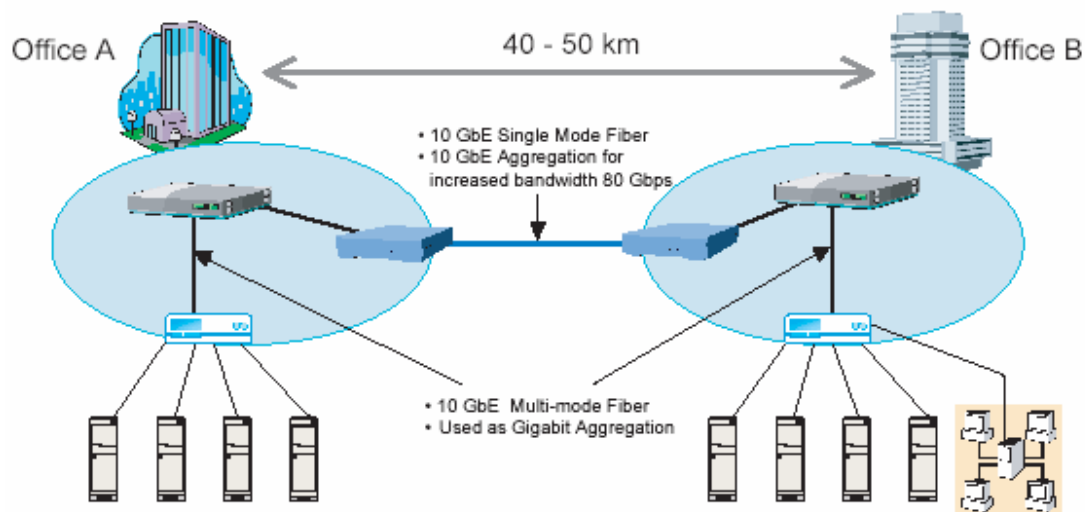
Κλείνοντας να πούμε ότι η αναμενόμενη ευρεία εκμετάλλευση της τεχνολογίας TOE, για 10 Gigabit Ethernet adapters μπορεί να είναι πολύ αποδοτική σε host συστήματα με κάποια αναμενόμενη χρήση CPU. Εξαιτίας της ευρείας υιοθέτησης του Ethernet, η τεχνολογία TOE μπορεί να γίνει πολύ συμφέρουσα από άποψη κόστους με βάση αυτά που προσφέρει.

3.3.2 Εφαρμογή σε LAN

Από τη δημιουργία του το 1973 στο ερευνητικό κέντρο Xerox's Palo Alto, το Ethernet όπως έχουμε ήδη αναφέρει έχει αναπτυχθεί για να ικανοποιεί τις απαιτήσεις για όλο και μεγαλύτερη δικτυακή ταχύτητα. Το Ethernet είναι τόσο ευρέως διαδεδομένο όπου κάποιος θα μπορούσε να σκεφτεί ότι κάθε κίνηση στο Internet αρχίζει και τελειώνει από το Ethernet. Υπολογίζεται μάλιστα ότι περισσότερο από το 90% το κόμβων LAN που υπάρχουν στις επιχειρήσεις είναι Ethernet. Σύμφωνα με στοιχεία της Intel το 75% των νέων LAN θυρών που εγκαθίστανται είναι 100Mbps Fast Ethernet σύνδεσμοι, αλλά και οι Gigabit θύρες πρόκειται να αυξηθούν. Η ομάδα Dell'Oro είχε αξιολογήσει ότι 32 εκατομμύρια Gigabit Ethernet θύρες θα χρησιμοποιούνται το 2004.

Εξαιτίας λοιπόν της μεγάλης εξάπλωσης του Ethernet κάθε αλλαγή που θα γίνει σε αυτό θα πρέπει να είναι συμβατή με τις προηγούμενες γενιές. Το 10 Gigabit Ethernet όπως και έχουμε αναφέρει είναι συμβατό με την υπάρχουσα Ethernet τεχνολογία αποτελώντας τη νέα γενιά Ethernet.

Σε ένα σενάριο όπου οι εξυπηρετητές θα λειτουργούν σε ταχύτητα Gigabit, Η τεχνολογία του 10 Gigabit Ethernet βρίσκει εφαρμογή στην ομαδοποίηση πολλαπλών Gigabit ροών, σε ένα μοναδικό 10 Gigabit Ethernet σύνδεσμο. Μία δεύτερη εφαρμογή στο τομέα των LAN, είναι στο LAN δίκτυο ραχοκοκαλιάς (Back bone), για τη σύνδεση πολλών περιοχών σε ένα κέντρο δεδομένων, ή πιο συγκεκριμένα σε μια σύνδεση διακόπτη προς διακόπτη (switch to switch) ανάμεσα σε πανεπιστημιούπολεις χωρισμένες γεωγραφικά. Μία τρίτη εφαρμογή τέλος είναι η διασύνδεση εξυπηρετητών με την έννοια της συστάδας εξυπηρετητών. Το σχήμα που ακολουθεί απεικονίζει τις προαναφερόμενες εφαρμογές:



Σχήμα 12. LAN 10 Gigabit Ethernet εφαρμογές.

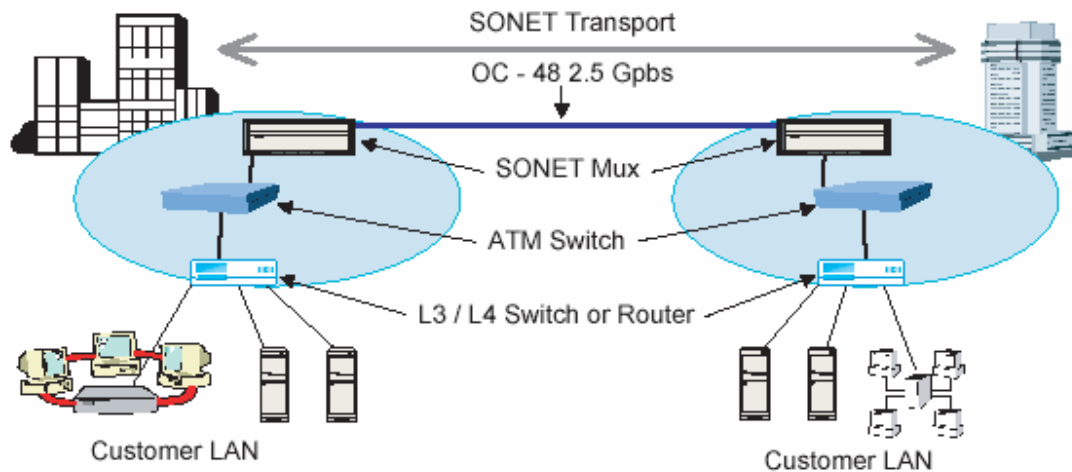
Το κίνητρο για τη χρήση της τεχνολογίας 10 Gigabit Ethernet στα LAN αποτελείται από δύο βασικούς παράγοντες. Ο πρώτος είναι η αυξανόμενη ανάγκη για περισσότερο bandwidth, καθώς επίσης και το κόστος. Με την αύξηση των ταχυτήτων στους υπολογιστές γραφείου, όλο και περισσότερες εφαρμογές απαιτούν μεγαλύτερες ταχύτητες, καθώς επίσης όλο και περισσότεροι χρήστες βασίζονται σε δίκτυα επιχειρήσεων για πρόσβαση σε πληροφορίες με αποτέλεσμα να απαιτείται περισσότερο bandwidth. Ένας από τους βασικούς στόχους της εργασιακής ομάδας της IEEE 802.3ae είναι να παρέχει στο 10 Gigabit Ethernet συνδεσιμότητα με 3 ή 4 φορές το κόστος του Gigabit Ethernet.

3.3.3 Εφαρμογή σε MAN

Στη περίπτωση των μητροπολιτικών δικτύων (MAN) η τεχνολογία 10 Gigabit Ethernet μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δικτυακή σύνδεση ανάμεσα σε απομακρυσμένες γεωγραφικά περιοχές. Για να γίνει κατανοητό πως αυτό μπορεί να επιτευχθεί, πρέπει να είναι γνωστοί οι περιορισμοί και τα προβλήματα που παρουσιάζονται στη MAN δικτύωση. Έτσι λοιπόν το SONET/SDH είναι το επικρατές πρωτόκολλο μεταφοράς στο MAN δίκτυο ραχοκοκαλιάς και επίσης οι MAN υπηρεσίες προσφέρονται σαν SONET OC-3 ή OC-12. Τα κύρια προβλήματα στα μητροπολιτικά δίκτυα είναι τα εξής:

1. Μεγάλος αριθμός στοιχείων του δικτύου.
2. Μεγάλο και πολύπλοκο δίκτυο.
3. Περισσότερα επίπεδα πρωτοκόλλου.

Για να γίνουν κατανοητά τα παραπάνω, παραθέτουμε στο παρακάτω σχήμα ένα MAN.



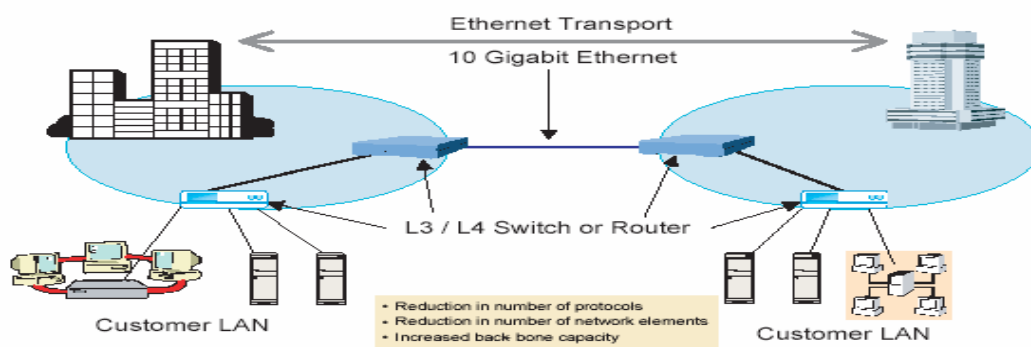
Σχήμα 13. Παραδοσιακό MAN.

Να σημειώσουμε εδώ ότι για απλότητα ο όρος MAN αναφέρεται σε δίκτυα για αποστάσεις που φτάνουν τα 100km, συνδέοντας π.χ γραφεία σε αυτό το εύρος. Με βάση τα παραπάνω κάποιος μπορεί να καταλάβει τις υπηρεσίες που παρέχονται από το πρωτόκολλο 802.3ae σκεπτόμενος ένα ευρύτερο LAN. Αν εκμεταλλευτούμε λοιπόν τις μεγάλες αποστάσεις που μπορεί να υποστηρίξει 10 Gigabit Ethernet με τη χρήση «σκοτεινών» (dark) συνδέσμων οπτικής ίνας μεγάλου μήκους κύματος, μπορούμε να φτάσουμε τις αποστάσεις στις οποίες αναφέρονται τα μητροπολιτικά δίκτυα. Το πρότυπο 802.3ae καθορίζει όπως προαναφέραμε στο φυσικό επίπεδο το PMD και ένα βασικό μέσο για το PHY τύπου 10GBASE LX4. Στο παρακάτω πίνακα μάλιστα μπορείτε το εύρος λειτουργίας του 10GBASE LX4 πάνω και από μονοτροπική αλλά και πολυτροπική ίνα.

Πίνακας 5. 10GBASE LX4 ιδιότητες.

Fiber Type MMF – multi-mode fiber SMF – single-mode fiber	Modal Bandwidth at 1300 nm (minimum overfilled launch) (MHz*km)	Minimum Range (meters)
62.5 micrometer MMF	500	2-300
50 micrometer MMF	400	2-240
50 micrometer MMF	500	2-300
10 micrometer SMF	-	2-10,000

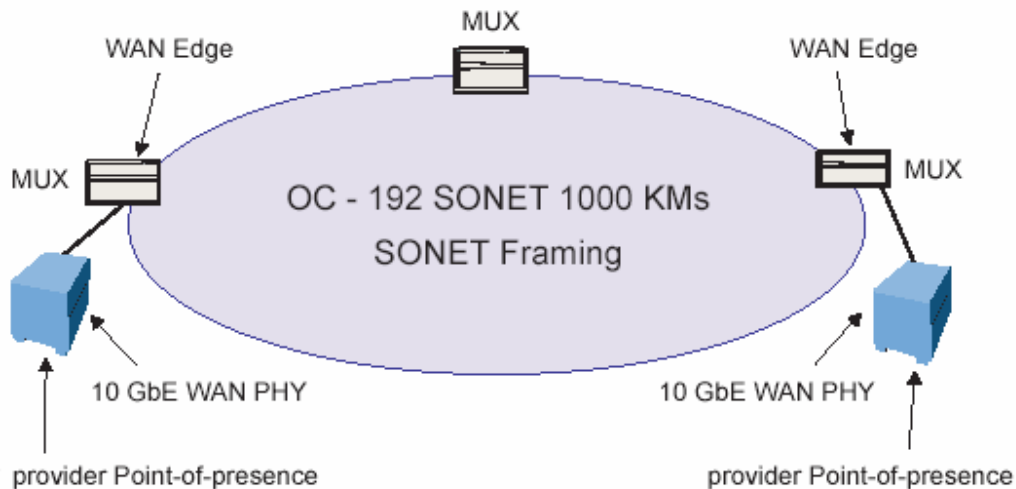
Η μονοτροπική ίνα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με 10 Gigabit Ethernet connectors για την πραγματοποίηση των νέων μητροπολιτικών δικτύων (metro networks). Στο παραδοσιακό MAN δίκτυο, το SONET/SDH μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σημείο προς σημείο συνδέσεις ανάμεσα σε L3/L4 διακόπτες, το οποίο όμως μπορεί να αντικατασταθεί από ένα 10 Gigabit Ethernet σημείο προς σημείο συνδέσεις ανάμεσα σε L3/L4 διακόπτες, μειώνοντας έτσι τη πολυπλοκότητα του δικτύου αφού έτσι θα υπάρχουν μικρότερος αριθμός από στοιχεία δικτύου, άρα και λιγότερα πρωτόκολλα προς διαχείριση και άρα μεγαλύτερο εύρος ζώνης και λιγότερο κόστος. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η μετατροπή που αναφέραμε.



Σχήμα 14. 10 Gigabit Ethernet Metro Δίκτυο.

3.3.4 Εφαρμογή σε WAN

Όπως και στη περίπτωση των μητροπολιτικών δικτύων το SONET/SDH είναι το κυρίαρχο πρωτόκολλο μεταφοράς στα WAN δίκτυα ραχοκοκαλιάς λειτουργώντας με OC-192 (ταχύτητες των 9.58 Gbps). Η τεχνολογία 10 Gigabit Ethernet έχει πάρα πολλές εφαρμογές σε αυτό το τομέα. Όπως έχουμε αναφέρει και παραπάνω το πρότυπο IEEE 802.3ae ορίζει δύο τύπους PHY. Αυτοί είναι το LAN και WAN PHY. Ο κύριος στόχος εδώ ήταν να ορίσουμε ένα SONET συμβατό PHY, το οποίο θα λειτουργεί με ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που θα είναι συμβατός με το OC-192. Έτσι αυτή η WAN PHY διεπαφή θα επέτρεπε στους 10 Gigabit Ethernet διακόπτες και δρομολογητές να μπορούν να συλλειτουργήσουν με το SONET εξοπλισμό πρόσβασης, χρησιμοποιώντας την δομή του SONET για το επίπεδο 1. Όμως αυτό το WAN PHY δε κατέστησε το SONET συμβατό για να διατηρηθεί το κόστος του PHY χαμηλό και δε μπορεί να συνδεθεί με τη διεπαφή του SONET άμεσα.



Σχήμα 15. 10 Gigabit Ethernet in WAN.

Το WAN φυσικό επίπεδο διαφέρει από αυτό του LAN, σε ότι αφορά την απλοποιημένη πλαισιοποίηση SONET. Για να κάνουμε τα πράγματα απλά το WAN PHY είναι ένα PHY που κάνει SONET πλαισιοποίηση χρησιμοποιώντας SONET/SDH και επιτυγχάνει ρυθμούς των 9.58 Gbps χρησιμοποιώντας τη τεχνική του «τεντώματος του κενού πλαισίων» (inter frame gap stretch technique). Αυτή η τεχνική, καθιστά δυνατή τη μεταφορά Ethernet πακέτων κατά μήκος του δικτύου WAN, χωρίς την ανάγκη για μετατροπή πρωτοκόλλου στο επίπεδο 3. Η μετατροπή και η ενθυλάκωση γίνονται στο PHY στο επίπεδο 1.

Όσο λιγότερα στοιχεία χρησιμοποιούνται σε ένα δίκτυο, τόσο μειώνεται το συνολικό κόστος του δικτύου. Η επεξεργαστική ισχύ που χρειαζόταν για τη μετατροπή στο επίπεδο 3 δεν απαιτείται πια, με αποτέλεσμα τη καλύτερη λειτουργία του δικτύου και επίσης τη μείωση του κόστους. Εξαιτίας αυτών των πλεονεκτημάτων η τεχνολογία του 10 Gigabit Ethernet μπορεί να αντικαταστήσει το SONET/SDH για τις καινούργιες δομημένες εγκαταστάσεις δικτύων.

3.3.5 Αποθήκευση

Η αποθήκευση (SAN δίκτυα) είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στο οποίο το 10 Gigabit Ethernet μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Η έννοια της αποθήκευσης είναι πολύ σημαντική για τη σωστή διαχείριση ενός συστήματος. Επίσης η ανάγκη για αποθήκευση συνεχίζει να μεγαλώνει με την ανάπτυξη του διαδικτύου και του ηλεκτρονικού εμπορίου. Μάλιστα αναμένεται μέχρι το 2006 ότι ο συνολικός όγκος των internet πακέτων δεδομένων που πρέπει να δρομολογηθούν και να αποθηκευτούν σε εξυπηρετητές, θα ξεπεράσει 500.000 ανά δευτερόλεπτο. Παραδοσιακά η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για αποθήκευση είναι η SCSI. Όμως υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί στην απόσταση (25 μέτρα) , στο

throughput (1.2 Gbps UltraSCSI), και στο μέγιστο αριθμό των συσκευών (16) στο δίαυλο SCSI. Έτσι το οπτικό κανάλι προσφέρει μια καλύτερη εναλλακτική με 128 συσκευές στο δίαυλο. Επίσης είναι σε θέση να παρέχει αρκετά καλύτερο throughput (μέγιστο 2 Gbps) και τέλος μπορεί να συνδέσει συσκευές σε μεγαλύτερες αποστάσεις (10km). Τα περισσότερα από τα σημερινά SAN δίκτυα χρησιμοποιούν τη τεχνολογία των οπτικών καναλιών. Βέβαια και αυτά έχουν μειονεκτήματα κάποια από τα οποία είναι:

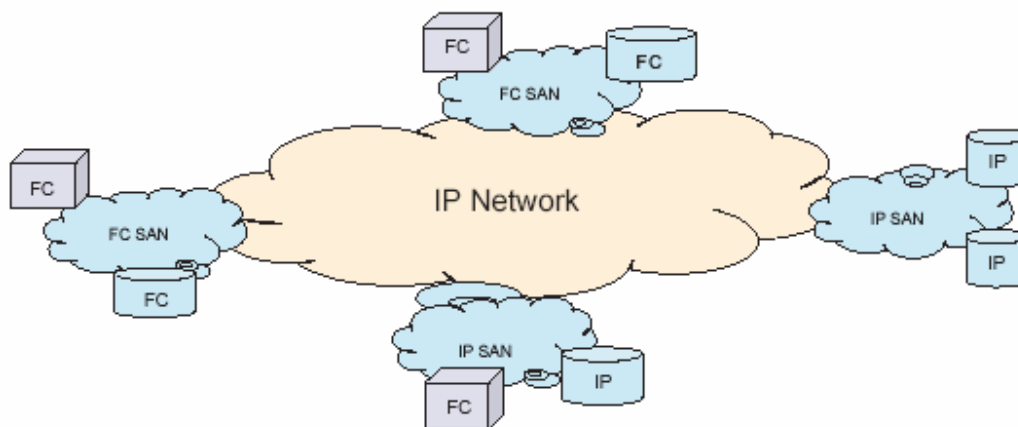
- Μεγάλο κόστος δόμησης συμπεριλαμβανομένου τα οπτικά κανάλια HBAs και τους FC switches.
- Έλλειψη προτύπων για τη διαχείριση των SAN, QoS, δρομολόγηση, ισορροπία φόρτωσης και ασφάλεια.

Η IP αποθήκευση αποτελεί ένα εναλλακτικό τρόπο, αποτελεσματικό από άποψη κόστους για τη δημιουργία SAN δικτύων. Η IP αποθήκευση ήδη χρησιμοποιείται στο πεδίο της αποθήκευσης δικτύου (NAS) για μεταφορά αρχείων πάνω από IP LAN. Η IP αποθήκευση ενισχύει τη βάση Ethernet-TCP/IP και δυνατή τη προσπέλαση του αποθηκευτικού χώρου από LAN, MAN ή WAN περιβάλλοντα, χωρίς να είναι απαραίτητη η αλλαγή των εφαρμογών αποθήκευσης. Επιτρέπει επίσης στους διαχειριστές του συστήματος να χρησιμοποιήσουν την υπάρχουσα Ethernet/IP γνώση καθώς και τα ίδια εργαλεία διαχείρισης.

Όμως για δεδομένα επιπέδου block τα οποία αποθηκεύονται σαν DAS είτε σαν SAN, για να εκμεταλλευτούμε τα παραπάνω πλεονεκτήματα, χρειαζόμαστε νέα πρωτόκολλα μεταφοράς για τη μετακίνηση δεδομένων πάνω από IP δίκτυα.

Τα πρωτόκολλα αυτά μεταφοράς δεδομένα επιπέδου block είναι τα iSCSI, FCIP και iFCP. Αυτά τα πρωτόκολλα παρέχουν μηχανισμούς που καθιστούν τη SCSI και τα οπτικά κανάλια πάνω από IP δίκτυα που χρησιμοποιούν το TCP/IP, σαν το πρωτόκολλο μεταφοράς που βρίσκεται από κάτω. Κάποια πλεονεκτήματα της IP αποθήκευσης επιπέδου block είναι:

- Ενίσχυση των υπάρχουσών συσκευών αποθήκευσης (SCSI και Οπτικά κανάλια) και των δομών δικτύωσης (100 Mbps, Gigabit Ethernet).
- Διαχείριση των IP δικτύων αποθήκευσης με τα ήδη υπάρχοντα εργαλεία.
- Εκμετάλλευση της ασφάλειας που παρέχεται από την τεχνολογία IPsec που ήδη υπάρχει από κάτω.
- Μεγιστοποίηση των πόρων αποθήκευσης για να είναι διαθέσιμοι σε περισσότερες εφαρμογές.
- Επέκταση των γεωγραφικών περιορισμών πρόσβασης των DAS και SAN.
- Χρήση των υπάρχοντων εφαρμογών αποθήκευσης.



Σχήμα 16. IP διαδίκτυωση με FC SAN κόμβους.

Αν και η IP αποθήκευση έχει πολλά πλεονεκτήματα έναντι αυτή του οπτικού καναλιού, τα FC SAN's είναι ιδιαίτερα επιτυχημένα εξαιτίας του γεγονότος ότι παρέχουν throughput περίπου το διπλάσιο από τη Gigabit IP αποθήκευση.

Με τη μεγάλη διαθεσιμότητα των προϊόντων 10 Gigabit Ethernet, η IP αποθήκευση αποτελεί μία πολύ ελκυστική προοπτική στην υλοποίηση SAN's από άποψη και κόστους αλλά και throughput (5 φορές το throughput του οπτικού καναλιού). Πρόσφατες επιδείξεις από τα συστήματα Alacritech, Hitachi, Nishan έχουν δείξει το πόσο εφικτές είναι οι iSCSI SAN ταχύτητες υλοποίησης στο καλώδιο. Τέλος, εκτός από το γεγονός ότι είναι περισσότερο συμφέρουσες από τη πλευρά κόστους σε σύγκριση με τα οπτικά κανάλια, η iSCSI τεχνολογία μπορεί να βελτιώσει εφαρμογές όπως απομακρυσμένο backup και ανάκτηση, και απομακρυσμένη πρόσβαση δεδομένων.

Στη περίπτωση των υπάρχοντων SANs οπτικών καναλιών, πρωτόκολλα όπως το FCIP μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διασύνδεση πολλαπλών οπτικών καναλιών για πολύ μεγάλες αποστάσεις (σχήμα 6) έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες για απομακρυσμένη πρόσβαση αποθήκευσης και απομακρυσμένη διαχείριση των SANs. Εδώ η τεχνολογία 10 Gigabit Ethernet μπορεί να αποτελέσει ένα εξαιρετικό δίκτυο ραχοκοκαλιάς για διασύνδεση μεταξύ πολλαπλών κόμβων SAN οπτικών καναλιών.

Η τεχνολογία 10 Gigabit Ethernet σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες μπορεί να επιταχύνει τη διαδικασία της IP αποθήκευσης. Για παράδειγμα η λειτουργία των εφαρμογών της IP αποθήκευσης μπορεί να βελτιωθεί ακόμα περισσότερο όταν η τεχνολογία του 10 Gigabit Ethernet συνδυαστεί με TOE και RDMA. Εταιρίες όπως η Intel ήδη παρέχουν αντάπτορες IP αποθήκευσης, που ενσωματώνουν τις TOE και iSCSI υλοποιήσεις στην NIC. Η λειτουργία του TOE μειώνει την απασχόληση του επεξεργαστή (έτσι βελτιώνεται το throughput) «ξεφορτώνοντας» την επεξεργασία της TCP/IP στοίβας του host στην NIC. Επίσης η RDMA αποτελεί μια ομάδα πρωτοκόλλων που σχεδιάστηκε για να

μειώσει τον πλεονασμό (overhead) της επανασυναρμολόγησης των TCP πακέτων. Κλείνοντας να πούμε ότι οι κατασκευαστές chip, αναμένεται στο μέλλον να κυκλοφορήσουν RDMA NICs.

3.4 Το 10 Gigabit Ethernet στην Αγορά.

Η Ethernet τεχνολογία είναι η πιο διαδεδομένη τεχνολογία για υψηλής επίδοσης LAN περιβάλλοντα. Οι διάφορες εταιρίες ανά τον κόσμο, έχουν επενδύσει πολλά σε θέματα καλωδίωσης, γενικότερα εξοπλισμού και εκπαίδευσης για το Ethernet. Επίσης η μεγάλη εξάπλωση του Ethernet κρατάει το κόστος σε χαμηλά επίπεδα και ακόμα κάθε νέα έκδοση του Ethernet κάνει το κόστος επέκτασης ακόμα μικρότερο. Στα δίκτυα σήμερα, η αύξηση της δικτυακής κίνησης οδηγεί τους παροχείς υπηρεσιών, τους διαχειριστές και τους αρχιτέκτονες δικτύων να ψάξουν για γρηγορότερες δικτυακές τεχνολογίες για να μπορούν να ανταποκριθούν στη τεράστια απαίτηση για bandwidth. Εδώ λοιπόν δε πρέπει να παραβλέψουμε ότι το 10 Gigabit Ethernet έχει δεκαπλάσια ταχύτητα από το Gigabit Ethernet. Έτσι με την προσθήκη της τεχνολογίας Gigabit Ethernet στην οικογένεια Ethernet, ένα LAN μπορεί να εξαπλωθεί σε μεγαλύτερες αποστάσεις και να εξυπηρετήσει εφαρμογές με αυξημένη απαίτηση για bandwidth. Το 10 Gigabit Ethernet τηρεί πολλά κριτήρια για αποτελεσματική υψηλής ταχύτητας λειτουργία, τα οποία κάνουν πια φυσική επιλογή την επέκταση και την αναβάθμιση των Ethernet δικτύων. Αυτά είναι:

- Η υπάρχουσα δομή Ethernet κάποιου πελάτη είναι συμβατή με το 10 Gigabit Ethernet. Επίσης η νέα αυτή τεχνολογία προσφέρει χαμηλό κόστος απόκτησης αλλά και συντήρησης σχετικά με κάποιες εναλλακτικές τεχνολογίες.
- Χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα και εργαλεία διαχείρισης που είναι ήδη εκτεταμένα στις υπάρχουσες δομές, το 10 Gigabit Ethernet μπορεί να βασιστεί και να λειτουργήσει με βάση αυτή την υπάρχουσα πείρα.
- Ευελιξία στο σχεδιασμό δικτύων με εξυπηρετητή, με συνδέσεις διακοπών ή δρομολογητών.
- Πολλοί κατασκευαστές προϊόντων αυτής της τεχνολογίας που είναι και απόδειξη της διαλειτουργικότητας του προτύπου.

Καθώς το 10 Gigabit Ethernet μπαίνει στην αγορά και οι κατασκευάστριες εταιρίες εξοπλισμού παράγουν 10 Gigabit Ethernet συσκευές, το επόμενο βήμα και για τους κατασκευαστές αλλά και για τους παροχείς υπηρεσιών δικτύων, είναι ο συνδυασμός του πολύ-gigabit εύρους ζώνης με έξυπνες υπηρεσίες ο οποίος θα οδηγήσει σε πολύ-gigabit δίκτυα με συνδέσεις που θα φτάνουν τα 10Gbps. Η σύγκλιση λοιπόν φωνής και δεδομένων φαντάζει κάτι πολύ εφικτό. Και όπως το TCP/IP ενσωματώνει ιδιαίτερα ισχυρές υπηρεσίες και χαρακτηριστικά, όπως φωνή σε πακέτα και βίντεο, έτσι και το Ethernet θα μπορεί να παρέχει τέτοιες υπηρεσίες με ελάχιστες τροποποιήσεις.

Η τεχνολογία 10 Gigabit Ethernet δεν αυξάνει μόνο τη ταχύτητα του Ethernet στα 10 Gbps, αλλά επίσης επεκτείνει τη διασύνδεση και την απόσταση λειτουργίας στα 40km. Όπως το Gigabit Ethernet έτσι και το 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ae) υποστηρίζει και μέσα μονοτροπικής και πολυτροπικής ίνας. Όμως στη περίπτωση του 10 Gigabit Ethernet η απόσταση για μονοτροπική ίνα είναι 40km, σε αντίθεση με το Gigabit Ethernet που είναι 5km. Το πλεονέκτημα να πετυχαίνεις μεγαλύτερες αποστάσεις στις εταιρίες που διαχειρίζονται τα δικά τους LAN τη δυνατότητα να επεκτείνουν το κέντρο δεδομένων τους σε μία λιγότερο ακριβή τοποθεσία περισσότερο από 40km από τις εγκαταστάσεις τους. Αυτό επίσης τους επιτρέπει να έχουν πολλές διαφορετικές εγκαταστάσεις στην απόσταση των 40 km.

Όπως έχουμε δει σε προηγούμενες εκδόσεις του Ethernet το κόστος για 10Gbps επικοινωνία έχει μειωθεί σημαντικά με την ανάπτυξη τεχνολογιών 10 Gigabit Ethernet. Συγκρίνοντας με τα 10Gbps τηλεπικοινωνιακά laser, η 10 Gigabit Ethernet τεχνολογία όπως ορίζεται από το πρότυπο 802.3ae, μπορεί να χρησιμοποιεί χαμηλότερου κόστους μη ψυχόμενες ίνες και VCSEL lasers που ελαττώνουν το κόστος της PMD συσκευής.

3.5 Το Μέλλον του 10 Gigabit Ethernet

Μέσα σε ένα χρόνο έκδοσης του πρότυπου 802.3ae, η IEEE άρχισε να ετοιμάζει μια καινούργια έκδοση που θα μπορεί να συνεργάζεται με τη IEEE 802.3ae. Δύο ερευνητικές ομάδες που συστήθηκαν τον Νοέμβριο του 2002 δουλεύουν πάνω σε διαφορετικές αλλά συνεργαζόμενες εκδόσεις του 10 Gigabit Ethernet. Η μία ομάδα δουλεύει πάνω σε μία πρόταση για 10GBase-T ή καλύτερα 10 Gigabit Ethernet πάνω από συνεστραμμένου ζεύγους καλωδίωση, όπως η κατηγορία 5e ή η 6. Μία άλλη ερευνητική ομάδα δουλεύει πάνω από τεσσάρων ζευγών δίδυμο αξονικό (twin-axial) καλώδιο. Πάντως και οι δύο εκδόσεις αναμένεται να μειώσουν το κόστος της 10 Gigabit Ethernet τεχνολογίας που προς το παρόν κυμαίνεται ανάμεσα στα \$17.000 και στα \$80.000.

Μία πρώτη πρόταση για την τεχνολογία 10 Gigabit Ethernet πάνω από δίδυμο αξονικό (twin-axial) καλώδιο είχε ανακοινωθεί για το Μάρτη του 2003. Οι ειδικοί εκτιμούν μία τέτοια έκδοση που θα συνεργάζεται με το 10 Gigabit Ethernet μπορεί να είναι 50% φθηνότερη να παραχθεί από switch θύρες οπτικής ίνας και κάρτες διεπαφής δικτύου (NIC). Επίσης οι κατασκευαστές chip όπως οι Solarflare και Broadcom έχουν προκαθορισμένα σχέδια να αναπτύξουν 10 Gigabit Ethernet μέσα πυριτίου και επίσης κατασκευαστές δικτυακών συσκευών όπως η Force10 Networks αναμένεται να κατασκευάσουν ίδιου σκοπού συσκευές.

VLAN και ETHERNET

Πέρα από το πρότυπο IEEE 802.3z και επίσης το IEEE 802.3ae αναπτύχθηκαν και μια σειρά άλλα πρότυπα από την IEEE με σκοπό να επεκταθούν και να

συμπληρωθούν οι δυνατότητες του Gigabit Ethernet. Παρακάτω ακολουθούν μερικά από αυτά καθώς και μία σύντομη περιγραφή.

- **802.1p.** Αυτό ορίζει μία μέθοδο που επιτρέπει στους σταθμούς να ζητούν προτεραιότητα και επιτρέπει στα switches να μεταφέρουν τις αιτήσεις αυτές στο προορισμό τους.
- **802.1Q.** Ορίζει μια τυποποίηση για εικονικά δίκτυα (VLANs-Virtual LANs).
- **802.3ad.** Ορίζει μια τυποποίηση για link aggregation (τη δυνατότητα ύπαρξης πολλαπλών παράλληλων point to point, switch/switch ή switch.server συνδέσεων).

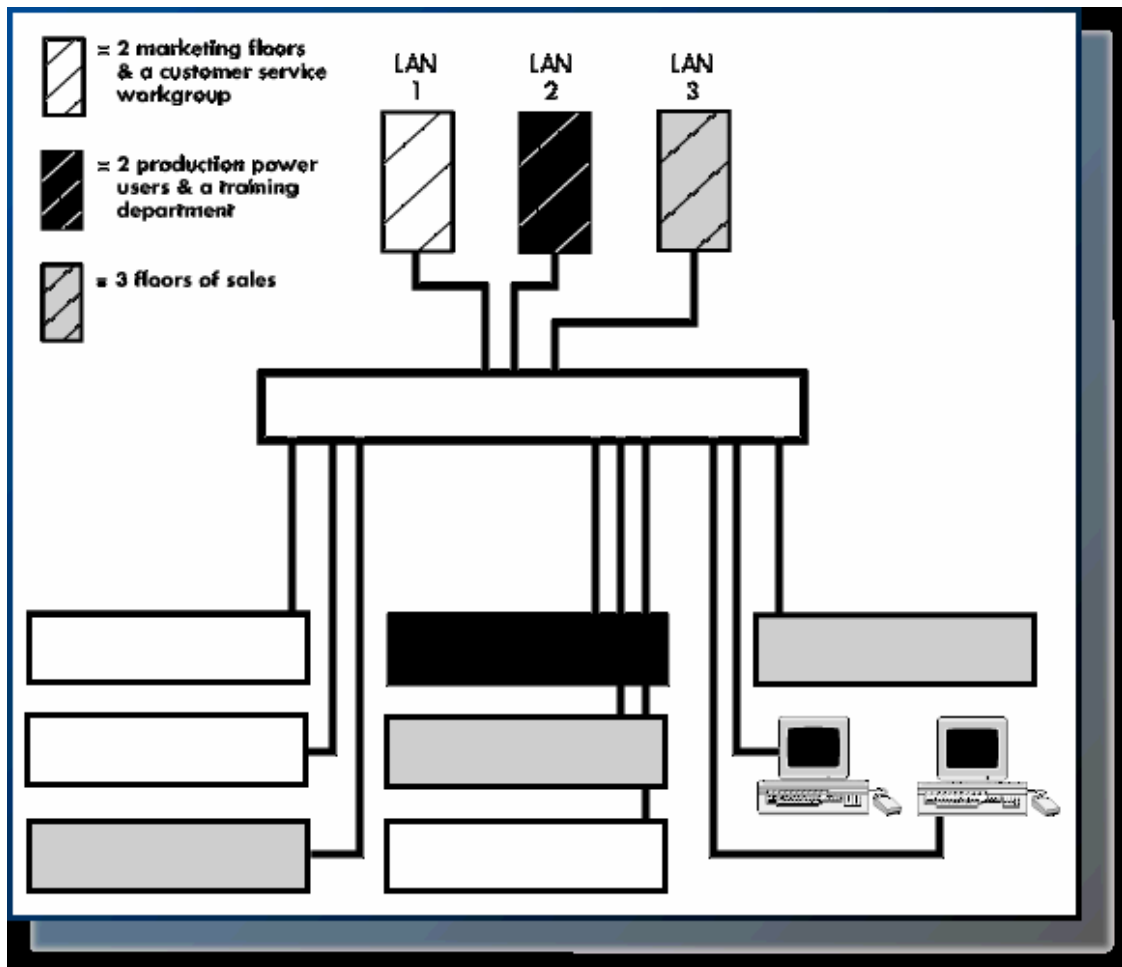
Στην επόμενη παράγραφο θα κάνουμε μια συνοπτική παρουσίαση του VLAN και πως αυτό συμπληρώνει το Ethernet.

3.6 VLAN

Ορίζοντας το VLAN θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι μια συλλογή από πολλά δίκτυα, που όμως εικονικά εμφανίζονται να είναι ένα δίκτυο. Ενώ όλα αυτά τα δίκτυα είναι φυσικά συνδεδεμένα, λογικά είναι χωριστά. Επίσης τα πρωτόκολλα του καθενός μπορεί να είναι διαφορετικά. Μπορεί λοιπόν να υπάρχει ένα switch που να ελέγχει και να ρυθμίζει τη κίνηση ενός αριθμού δικτύων (δημιουργώντας ένα VLAN), αλλά δε μπορεί να συνδέσει ένα χρήστη ενός VLAN, με κάποιο άλλο χρήστη. Σε αυτή τη περίπτωση χρειάζεται ένας δρομολογητής, γιατί οι δρομολογητές μπορούν να συνδέσουν διαφορετικού τύπου δίκτυα.

Ένα μεταγωγίμο εικονικό LAN μπορεί να συνδέσει μία ομάδα από LAN επιτυγχάνοντας ταχύτητα καλωδίου. Για αυτό το λόγο έχουν αναπτυχθεί Ethernet switches για να δημιουργούν VLAN με ανάθεση θυρών. Έτσι τώρα μπορούν να δημιουργηθούν VLANs βασισμένα σε MAC διευθυνσιοδότηση αλλά και σε δικτυακή διευθυνσιοδότηση. Αυτό επιτρέπει τα VLANs να χωριστούν σε κλειστές λογικές ομάδες χρηστών, τα υποδίκτυα, που θα καθορίζονται από τον έλεγχο των διαχειριστών.

Ένα μοντέλο ενός VLAN φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 17. VLAN

Στο παραπάνω παράδειγμα ένα μοναδικό switch μπορεί να μεταδώσει πληροφορίες από τα δύο marketing floors και από την ομάδα εξυπηρέτησης πελάτη, στον ίδιο εξυπηρετητή (LAN1), όπως επίσης μπορεί να μεταδώσει πληροφορίες από το LAN2 σε ένα άλλο εξυπηρετητή και τέλος από το LAN3 σε ένα τρίτο εξυπηρετητή. Αυτό σημαίνει ότι ένας χρήστης που δουλεύει στο σταθμό εργασίας δίπλα από εσένα μπορεί να μη μπορεί να σου περάσει πληροφορία, ακόμα και αν αυτή ταξιδεύει από το ίδιο switch.

Πριν κλείσουμε αυτή τη παράγραφο, να πούμε ότι ένα Ethernet VLAN μπορεί να εγκαθιδρυθεί με τα βοήθεια λογισμικού, επιτρέποντας στο διαχειριστή του δικτύου να ομαδοποιεί ένα αριθμό από switch θύρες σε μία άλλη υψηλού εύρους ζώνης και μικρής καθυστέρησης ομάδα θυρών. Για αναγνωριστικούς σκοπούς κατά τη διαχείριση του δικτύου, σε κάθε VLAN δίνεται ένας μοναδικός αριθμός δικτύου. Τα VLANs λειτουργούν σε μία αρχιτεκτονική γέφυρας, μεταδίδοντας τα

δεδομένα από τις MAC διευθύνσεις πηγής και προορισμού. Η κίνηση ανάμεσα στα VLANs φιλτράρεται και διαχειρίζεται από ένα δρομολογητή στο επίπεδο δικτύου.

3.6.1 Πλεονεκτήματα VLAN

Για να μπορέσουμε να καταλάβουμε πως η τεχνολογία των VLAN μπορεί να συνδυαστεί και να συμπληρώσει αυτήν του Gigabit Ethernet παραθέτουμε τα βασικά πλεονέκτημα που αυτό προσδίδει στο δίκτυο. Αυτά είναι:

- Αύξηση της απόδοσης.
- Βελτίωση της διαχειρισιμότητας.
- Συντονισμός δικτύων και απλοποίηση των διαμορφώσεων λογισμικού.
- Ανεξαρτησία Φυσικής τοπολογίας.
- Βελτίωση του τομέα της ασφάλειας.

Αύξηση της απόδοσης.

Τα μεταγωγίμα δίκτυα από τη φύση τους θα αυξήσουν την απόδοση πάνω από τις διαμοιραζόμενες συσκευές, μειώνοντας έτσι το ποσοστό των συγκρούσεων. Η ομαδοποίηση χρηστών σε λογικά δίκτυα επίσης θα αυξήσει την απόδοση εκπέμποντας τα δεδομένα στους χρήστες που εκτελούν τις ίδιες εργασίες ανάμεσα στις διάφορες ομάδες εργασίας. Έτσι λιγότερη κίνηση θα χρειάζεται να δρομολογηθεί και οι καθυστερήσεις από τους δρομολογητές θα μειωθούν.

Βελτίωση της διαχειρισιμότητας.

Τα VLANs παρέχουν ένα εύκολο, ευέλικτο και φθηνότερο τρόπο να τροποποιούν τις λογικές ομάδες σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα. Τα VLANs κάνουν τα μεγάλα δίκτυα ευκολότερα διαχειρίσιμα επιτρέποντας κεντρική διαμόρφωση των συσκευών ακόμα και σε διαφορετικές τοποθεσίες.

Συντονισμός δικτύων και απλοποίηση των διαμορφώσεων λογισμικού.

Τα VLANs επιτρέπουν στους διαχειριστές LAN να «συντονίσουν» τα δίκτυα τους με τις λογικές ομάδες χρηστών. Οι διαμορφώσεις λογισμικού μπορούν να γίνουν ομοιόμορφες στις μηχανές, με τη σταθεροποίηση των πόρων ενός τμήματος σε ένα ενιαίο υποδίκτυο. Οι IP διευθύνσεις, οι μάσκες, και τα πρωτόκολλα τοπικών δικτύων θα είναι περισσότερο συνεπής κατά μήκος του VLAN. Επίσης σε ένα τέτοιο περιβάλλον, λιγότερες υλοποιήσεις του εξυπηρετητή όπως DHCP και BOOTP θα είναι αναγκαίες.

Ανεξαρτησία Φυσικής τοπολογίας.

Το VLAN παρέχει ανεξαρτησία από τη φυσική τοπολογία του δικτύου, επιτρέποντας διαφορετικά φυσικές ομάδες εργασίας να συνδεθούν λογικά σε μία

κοινή περιοχή εκπομπής. Αν η φυσική δομή είναι ήδη έτοιμη, είναι ένα πολύ απλό θέμα η τοποθέτηση θυρών σε νέες τοποθεσίες, σε υπάρχοντα VLANs, εάν βέβαια μπορεί να γίνει επέκταση σε αυτές τις τοποθεσίες.

Βελτίωση του τομέα της ασφάλειας.

Τα VLANs έχουν την ιδιότητα να προσφέρουν επιπλέον ασφάλεια, η οποία δεν είναι διαθέσιμη σε άλλο διαμοιραζόμενο δικτυακό περιβάλλον. Γνωρίζουμε ότι ένα δίκτυο μεταγωγής παραδίδει πλαίσια μόνο σε συγκεκριμένους δέκτες και κάνει broadcast μόνο στα μέλη του VLAN. Αυτό επιτρέπει στο διαχειριστή του δικτύου, να ομαδοποιήσει τους χρήστες που ζητούν πρόσβαση σε κρίσιμες πληροφορίες, σε ξεχωριστά VLANs από τους υπόλοιπους χρήστες, ανεξαρτήτως φυσικής τοποθεσίας. Επίσης η παρακολούθηση μίας θύρας με ένα αναλυτή κίνησης, θα μας δώσει μόνο τη κίνηση που έχει να κάνει με αυτή τη συγκεκριμένη θύρα, κάνοντας τη παρακολούθηση συγκεκριμένης δικτυακής κίνησης ακόμη πιο δύσκολη, προσδίδοντας έτσι ασφάλεια.

4. Μετάβαση σε gigabit ethernet δίκτυα

4.1 Προϊόντα και εταιρείες για Gigabit Ethernet

Εφόσον το Gigabit Ethernet είναι στην ουσία Ethernet, οι τύποι των προϊόντων Gigabit Ethernet θα είναι αναμενόμενοι: Layer 2 switches, Layer 3 switches (ή routing switches), uplink/downlink modules, Network Interface Cards (NICs), Gigabit Ethernet router interfaces και κάποιες νέες συσκευές, οι buffered distributors. Υπάρχουν καθαρά multiport Gigabit Ethernet switches με υψηλής απόδοσης backplanes, καθώς επίσης και συσκευές που έχουν και Gigabit Ethernet και Fast Ethernet ports στο ίδιο κουτί. Τα Gigabit Ethernet uplinks εμφανίστηκαν σαν μονάδες αναβάθμισης για σταθερής διαμόρφωσης Fast Ethernet συσκευές ή αποτελούμενα από ομάδες, αλλά με ένα βασικό σκελετό (chassis-based) hubs, για να τους παρέχουν μεγάλης ταχύτητας διασύνδεση στο δίκτυο. Οι προμηθευτές των υψηλής απόδοσης routers αναμένεται, με τον καιρό, να προμηθεύουν και Gigabit Ethernet interfaces.

Ο buffered distributor

Μερικοί Gigabit Ethernet προμηθευτές ανέπτυξαν μία νέα συσκευή που λέγεται full duplex repeater ή buffered distributor. Ο buffered distributor είναι μία full duplex, multiport, hub-like συσκευή που διασυνδέει δύο ή περισσότερες 802.3 γραμμές που λειτουργούν στα 1 Gbps ή και πιο γρήγορα. Όπως και ο 802.3 repeater, είναι μία non-address-filtering συσκευή. Ο buffered distributor προωθεί όλα τα εισερχόμενα πακέτα σε όλα τα διασυνδεόμενα links, εκτός από αυτό από το οποίο προέρχονται, δεδομένου μιας διαμοιραζόμενου εύρους ζώνης περιοχής, παρόμοια με ένα σύνολο 802.3 κόμβων που συγκρούονται. Αντίθετα με τον 802.3 repeater, ο buffered distributor επιτρέπεται να κρατά σε ενδιάμεση μνήμη (buffer) ένα ή περισσότερα εισερχόμενα frames σε κάθε link, προτού τα προωθήσει.

Όπως κάθε συσκευή διαμοιραζόμενου εύρους ζώνης, ο buffered distributor πρέπει να διακρίνεται και από τους routers και από τα switches. Ενώ οι routers με τα Gigabit Ethernet interfaces μπορεί να έχουν πίσω πλάνα (backplanes) που επιτρέπουν εύρους ζώνης μεγαλύτερα ή μικρότερα από Gigabit τιμές, τα ports που είναι διασυνδεδεμένα στο backplane ενός Gigabit Ethernet buffered distributor, διαμοιράζονται ένα gigabit εύρος ζώνης. Αντίθετα, τα backplanes των υψηλών αποδόσεων, multiport Gigabit Ethernet switches θα υποστηρίζουν πολλών gigabit εύρος ζώνης.

Οι εταιρείες Gigabit Ethernet

Σήμερα υπάρχουν 25 περίπου εταιρείες που συμμετέχουν στην Gigabit Ethernet Alliance και τις δραστηριότητες της. Σε αυτές περιλαμβάνονται οι εταιρείες που είναι οι μεγαλύτεροι προμηθευτές Gigabit Ethernet προϊόντων, όπως οι 3Com, Rapid City, Extreme Networks, Alteon Networks, Gigalabs, Asante, Bay Networks, Cisco, IBM, Intel, Nbase Communications, VLSI technology, UB Networks, XLNT, Foundry Networks και άλλες. Ανάμεσα στα προϊόντα που προσφέρουν, είναι switches, repeaters, Layer 3 switches/routing switches,

attached servers, Network Interface Cards (NICs), testers/analyzers, components, και άλλα προϊόντα. Η 3Com μάλιστα είναι η μόνη που έχει εισάγει στην αγορά ένα ATM OC-12/Gigabit Ethernet Switch, το CoreBuilder 7000 switch.

4.2 Τρόποι μετάβασης σε Gigabit Ethernet δίκτυα

Αρχικά, οι εφαρμογές του Gigabit Ethernet προορίζονται για campuses ή κτήρια που χρειάζονται περισσότερο εύρος ζώνης μεταξύ των routers, switches, hubs, repeaters και servers. Το Gigabit Ethernet μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σημεία συμφόρησης του δικτύου όπως:

- Διαδυνάμεις switch-to-switch, switch-to-router, switch-to-server και repeater-to-switch
- Σύνδεση με servers υψηλών ταχυτήτων
- Backbone συνδέσεις

Στην αρχική του μορφή το Gigabit Ethernet δεν αναμένεται να χρησιμοποιηθεί ευρέως στο desktop. Σε κάθε περίπτωση, το network operating system (NOS), οι εφαρμογές και οι NIC drivers στο desktop θα παραμείνουν χωρίς αλλαγές. Ο MIS manager μπορεί επίσης να εκμεταλλευτεί την υπάρχουσα πολυτροπική οπτική ίνα, αλλά και την τρέχουσα επένδυση σε δικτυακές εφαρμογές και εργαλεία.

Ας υποθέσουμε λοιπόν ότι το αρχικό backbone είναι ένα 10 Mbps Ethernet με διάφορα Ethernet τμήματα ή που συνενώνονται σε ένα 10/100 Mbps switch, το οποίο με τη σειρά του έχει διάφορες 10 Mbps Ethernet server συνδέσεις. Σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά :

- Οι ισχυροί χρήστες αντιμετωπίζουν συμφόρηση στις γραμμές των 10 Mbps.
- Οι χρήστες στα διαμοιραζόμενα τμήματα αντιμετωπίζουν μεγάλους χρόνους απόκρισης.
- Όλα τα νέα desktops είναι εξοπλισμένα με 10/100 PCI κάρτες.

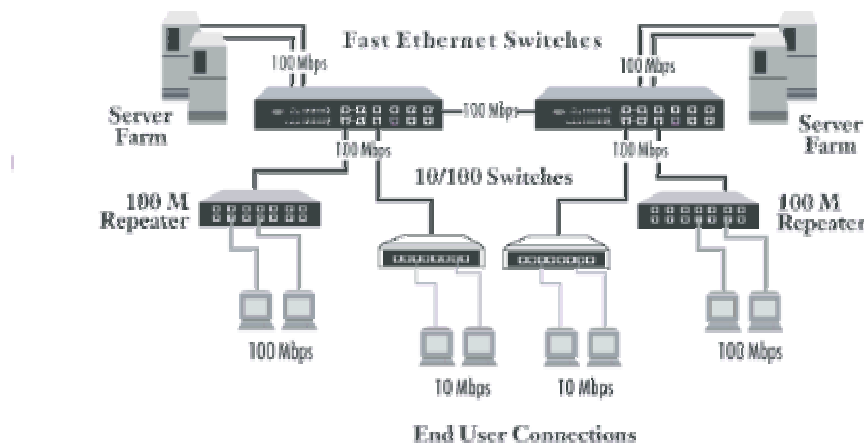
Οι πιθανοί τρόποι για τη μετάβαση σε Gigabit Ethernet δίκτυο απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα:

1. Αναβάθμιση switch-to-switch διασυνδέσεων	➔	Εγκατάσταση 1000 Mbps pipes ανάμεσα σε 100/1000 switches
2. Αναβάθμιση switch-to-server διασυνδέσεων	➔	Επιτυχής υψηλής ταχύτητας πρόσβαση σε εφαρμογές και file servers
3. Αναβάθμιση ενός switched Fast Ethernet backbone	➔	Συμπλήρωση Fast Ethernet Switches με ένα Gigabit Ethernet switch ή repeater
4. Αναβάθμιση ενός shared FDDI backbone	➔	Αντικατάσταση FDDI switch ή Ethernet-to-FDDI switches-routers με Gigabit Ethernet switches ή repeaters
1. Αναβάθμιση των ομάδων εργασίας υψηλών αποδόσεων	➔	Gigabit Ethernet NICs για διασύνδεση με Gigabit Ethernet switches ή repeaters

Πίνακας 0-1: Πιθανοί τρόποι migration

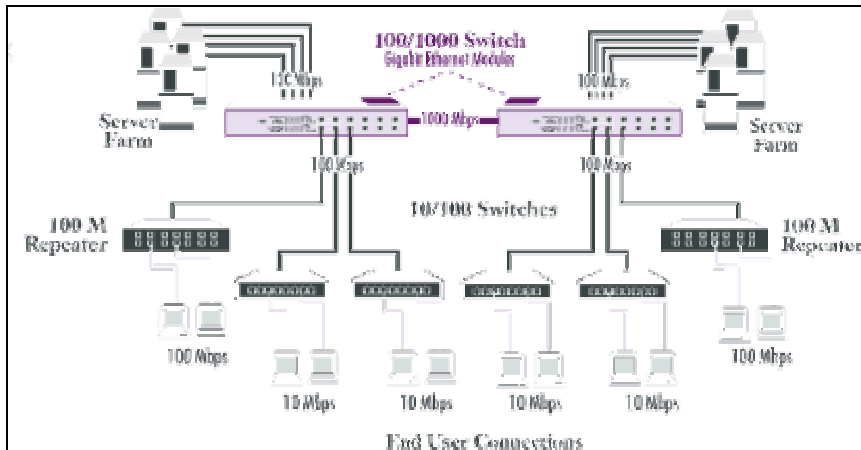
Αναβάθμιση switch-to-switch γραμμών

Ένας τρόπος είναι να αναβαθμίσουμε το backbone σε 100 Mbps Fast Ethernet και η ισχυρή ομάδα εργασίας να είναι σε 100 Mbps Fast Ethernet συνδέσεις μεταξύ των ακραίων σταθμών και του switch και να εγκαταστήσουμε 10 Mbps switching στις άλλες ομάδες εργασίας που χρειάζονται αποκλειστικά αφιερωμένο εύρος ζώνης. Το αποτέλεσμα θα είναι οι ισχυροί χρήστες να αποκτήσουν 100 Mbps ταχύτητα συνδέσεων και τα άλλα ομάδες εργασίας να απολαμβάνουν 10 Mbps αποκλειστικά αφιερωμένο εύρος ζώνης, ενώ παράλληλα τα ήδη υπάρχοντα switches και NICs να παραμείνουν ως έχουν. Ακόμα, η ταχύτητα του backbone γίνεται 10 φορές μεγαλύτερη ώστε να ανταποκρίνεται στην ανάγκη για περισσότερο εύρος ζώνης. Έτσι προκύπτει η παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 0-1: Μετά την αναβάθμιση σε Fast Ethernet

Στη συνέχεια, είναι εύκολο να αναβαθμίσουμε τις γραμμές 100 Mbps ανάμεσα σε Fast Ethernet switches ή repeaters σε γραμμές 1000 Mbps μεταξύ 100/1000 switches. Τέτοιες switch-to-switch γραμμές υψηλού εύρους ζώνης θα διευκολύνουν τα 100/1000 switches να υποστηρίξουν ένα μεγαλύτερο αριθμό τόσο switched όσο και shared Fast Ethernet τμημάτων. Η παρακάτω εικόνα δείχνει το δίκτυο μετά την αναβάθμιση σε Gigabit Ethernet.

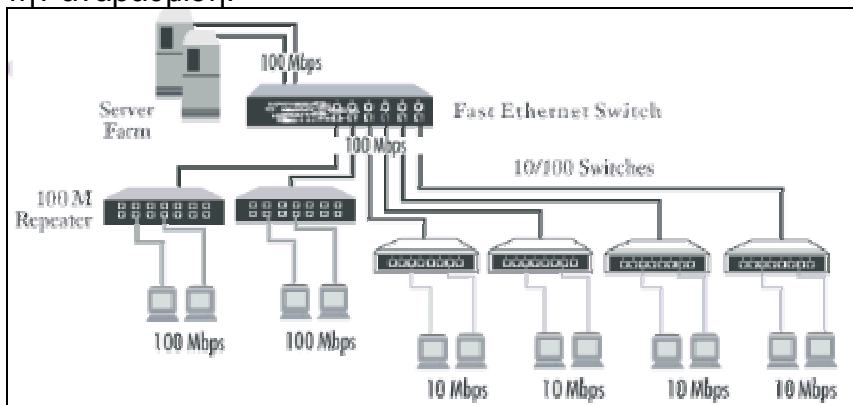


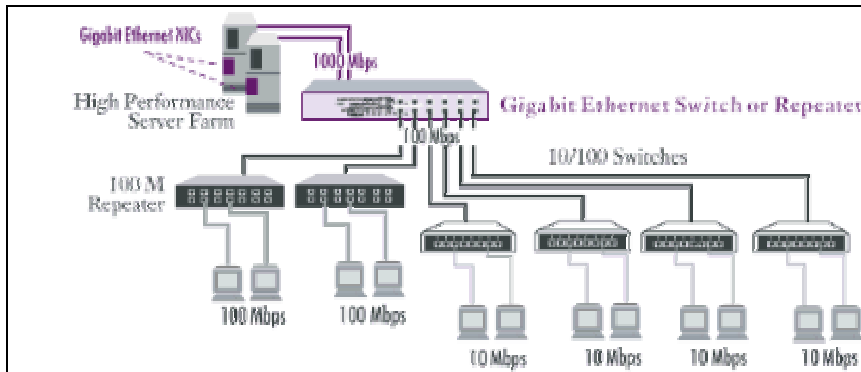
Εικόνα 0-2: **Αναβάθμιση γραμμών switch-to-switch**

Για να αυξήσουμε το backbone εύρος ζώνης ακόμα περισσότερο, μπορούμε να αναβαθμίσουμε τις downlink γραμμές προς το Gigabit Ethernet. Τα switches στα wiring closets που υποστηρίζουν ισχυρούς χρήστες ή μεγάλα ομάδες εργασίας αναβαθμίζονται με Gigabit Ethernet downlink modules, το basement switch αναβαθμίζεται σε 100/1000 ικανότητα και οι key servers αναβαθμίζονται με Gigabit Ethernet NICs. Ένα βασικό σημείο που πρέπει να προσέξουμε είναι ότι οι αναβαθμίσεις του backbone σε Gigabit Ethernet υποστηρίζουν την επέκταση του switching μέχρι τα άκρα. Και τα δύο office ομάδες εργασίας υποστηρίζουν τώρα switched 10 ή switched 10/100 Ethernet στα desktops.

Αναβάθμιση switch-to-server γραμμών

Ο απλούστερος τρόπος αναβάθμισης είναι να αναβαθμίσουμε ένα Fast Ethernet switch σε ένα Gigabit Ethernet switch ώστε να κερδίσουμε υψηλή ταχύτητα, διασύνδεση 1000 Mbps σε ένα server farm με super servers υψηλής απόδοσης με εγκατεστημένα Gigabit Ethernet NICs. Η εικόνα δείχνει το δίκτυο πριν και μετά την αναβάθμιση.



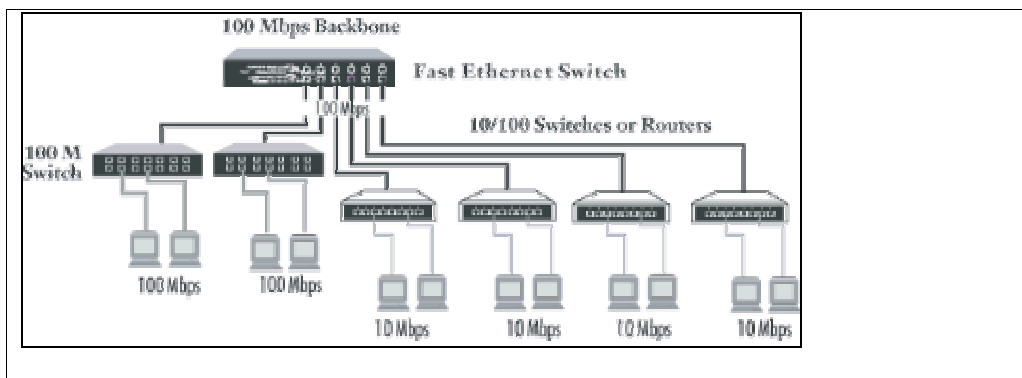


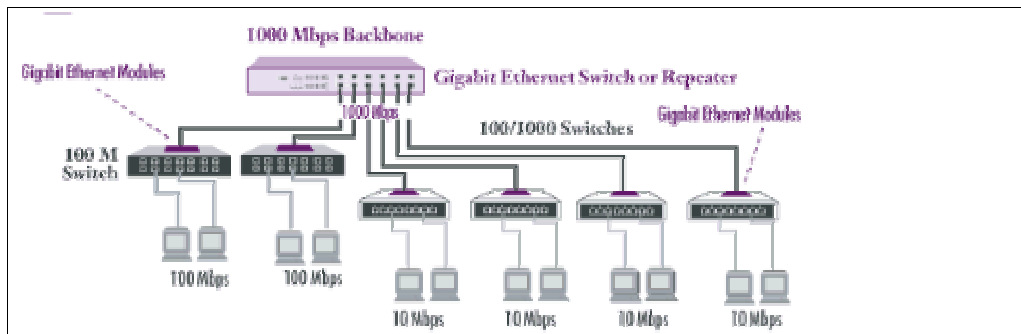
Εικόνα 0-3: **Αναβάθμιση switch-to-server γραμμών**

Η αναβάθμιση αυτή θα κοστίσει μόνο την αντικατάσταση του switch.

Αναβάθμιση switch Fast Ethernet backbone

Ένα Fast Ethernet backbone switch που συναθροίζει πολλά 10/100 switches μπορεί να αναβαθμιστεί σε ένα Gigabit Ethernet switch που υποστηρίζει πολλαπλά 100/1000 switches καθώς και άλλες συσκευές όπως routers και hubs με Gigabit Ethernet interfaces και uplinks. Gigabit repeaters ή/και buffered distributors μπορούν επίσης να εγκατασταθούν αν χρειάζεται. Gigabit full-duplex repeaters εγκαθίστανται όπου χρειάζεται για να συναθροίσουν servers ή να χτίσουν Gigabit Ethernet υποστήριξη για ομάδες εργασίας που χειρίζονται πολύ μεγάλα αρχεία multimedia και γραφικών. Όταν το backbone αναβαθμιστεί σε ένα Gigabit Ethernet switch, οι υψηλής απόδοσης servers μπορούν να συνδεθούν κατευθείαν στο backbone με Gigabit Ethernet NICs, αυξάνοντας έτσι την απόδοση στους servers για τους χρήστες που έχουν εφαρμογές μεγάλου εύρους ζώνης ή για απαιτητικά σε εύρος ζώνης δεδομένα αποθήκευσης και backup υπηρεσίες. Ακόμη, το δίκτυο μπορεί τώρα να υποστηρίξει ένα μεγαλύτερο αριθμό από τμήματα, μεγαλύτερο εύρος ζώνης ανά τμήμα και έτσι ένα μεγαλύτερο αριθμό από κόμβους ανά τμήμα. Η παρακάτω εικόνα δείχνει το δίκτυο πριν και μετά την αναβάθμιση.

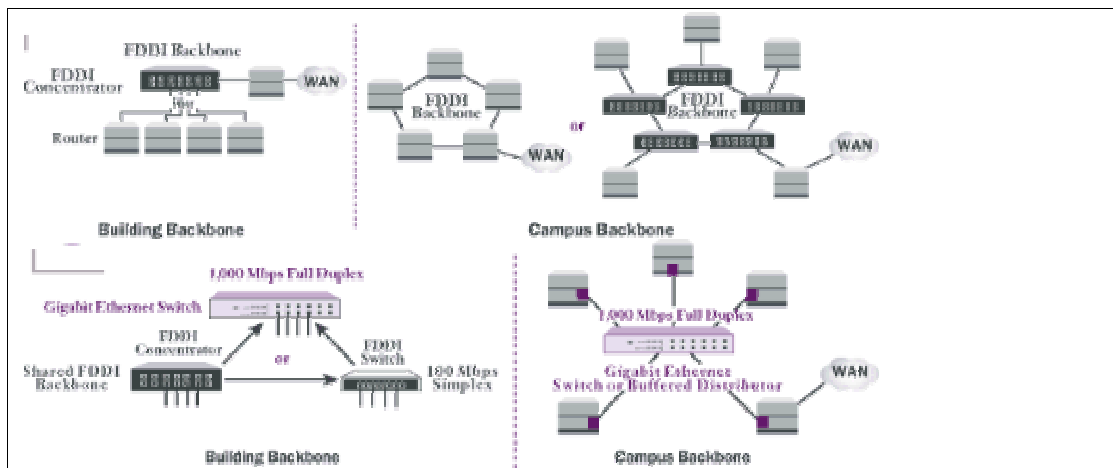




Εικόνα 0-4: Αναβάθμιση ενός Switched Fast Ethernet backbone

Αναβάθμιση FDDI backbone

Ένα FDDI backbone σε campus ή κτήριο μπορεί να αναβαθμιστεί αντικαθιστώντας τον FDDI concentrator ή hub ή Ethernet -to- FDDI router με ένα Gigabit Ethernet switch ή repeater. Τα περισσότερα FDDI campus δίκτυα έχουν την πλειοψηφία των σταθμών τους συνδεδεμένους σε ένα shared/switched Ethernet, οπότε είναι λογικό να μετακινηθούν προς την αναβάθμιση με τεχνολογίες Fast Ethernet και Gigabit Ethernet. Η συνύπαρξη του FDDI με 10/100/1000-Mbps Ethernet είναι αναγκαία για την επίτευξη του στόχου μας. Σαν ένα ενδιάμεσο βήμα μερικοί χρήστες μπορούν να μεταβούν σε ένα FDDI switch προτού εγκαταστήσουν ένα Gigabit Ethernet switch. Η μόνη αναβάθμιση που χρειάζεται είναι η εγκατάσταση νέων Gigabit Ethernet interfaces στους routers, στα switches ή τους repeaters. Όλη η υποδομή σε οπτική ίνα παραμένει και το εύρος ζώνης γίνεται τουλάχιστο δεκαπλάσιο για κάθε τμήμα. Η παρακάτω εικόνα δείχνει το δίκτυο πριν και μετά την αναβάθμιση.



Εικόνα 0-5: Αναβάθμιση ενός Shared FDDI backbone

Αναβάθμιση σταθμών εργασίας υψηλών αποδόσεων

Στις τελευταίες φάσεις της υιοθέτησης του Gigabit Ethernet, και καθώς τα Fast Ethernet ή FDDI desktops χρειάζονται περισσότερο εύρος ζώνης, τα Gigabit Ethernet NICs αναμένεται να χρησιμοποιούνται για να αναβαθμίσουν υψηλής απόδοσης desktop computers με Gigabit Ethernet διασύνδεση. Οι υψηλής

απόδοσης desktop computers θα διασυνδεονται ύστερα σε Gigabit Ethernet switches ή buffered distributors. Η εικόνα δείχνει το δίκτυο πριν και μετά την αναβάθμιση.



Εικόνα 0-6: Αναβάθμιση ομάδων εργασίας υψηλων αποδόσεων

Κόστος μετάβασης

Το κόστος για τη μετάβαση φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Τεχνολογία	Κόστος ανα NIC	Κόστος ανά switch port
Gigabit Ethernet	\$1000	\$3000
Fast Ethernet	\$100	\$500
FDDI	\$1200	\$3000

Πίνακας 0-2: Κόστος διαφόρων τεχνολογιών

Σύμφωνα με τους παραπάνω τρόπους μετάβασης, είναι φανερό ότι όσο η αναβαθμιση του δικτύου γίνεται πιο κοντά στον τελικό χρήστη, τόσο αυξάνεται το κόστος για τη μετάβαση.

5. Σύγκριση του gigabit ethernet με άλλες τεχνολογίες

5.1 Γενική επισκόπηση

Κάθε δικτυακή τεχνολογία έχει τα δικά της χαρακτηριστικά που της προσδίδουν τόσο πλεονεκτήματα έναντι των υπολοίπων όσο και μειονεκτήματα. Παραθέτουμε ένα συγκριτικό πίνακα με τις κυριότερες LAN τεχνολογίες και τα κύρια χαρακτηριστικά τους:

Ιδιότητες	FDDI	Switched 100 Mbps Ethernet	Gigabit Ethernet	ATM
Απόδοση	100-Mbps simplex	100-Mbps simplex	1000-Mbps simplex	25-Mbps ως 622-Mbps
Δυναμική εξέλιξη	Μικρή	Μερική	Μερική	Καλύτερη
Reserved Bandwidth	Οχι	Ναι	Οχι	Ναι
Ισόχρονη υποστήριξη	Οχι	Ναι	Οχι	Ναι
Multiple traffic classes	Οχι	Σχεδιάζεται στο 802.1p	Σχεδιάζεται στο 802.1p	Ναι
Εκτίμηση κόστους	Υψηλό	Χαμηλό	Μέτριο	Μέτριο
Χρήση υπάρχουσας καλωδίωσης	Οχι	Ναι	Οχι	Ναι
Κλιμάκωση ταχύτητας	Οχι	Ναι	Οχι	Ναι
Μετάβαση σε WAN	Οχι	Οχι	Οχι	Ναι

Πίνακας 6-1: Σύγκριση ιδιοτήτων FDDI, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, και ATM

Στον πίνακα 6-2 φαίνονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε LAN τεχνολογίας ξεχωριστά.

Τεχνολογία	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
100 Mbps Ethernet switched	Scalable, απλό, προστασία επένδυσης (NIC, καλωσίωση, εξοπλισμό), μερική υποστήριξη QoS	Περιορισμοί απόστασης
100 Mbps Ethernet shared	Φθηνό, απλό, βελτίωση ταχύτητας, προστασία επένδυσης (NIC, καλωδίωση, εξοπλισμό), εύκολο στη διαχείριση	Βασισμένο στις συγκρούσεις, περιορισμοί απόστασης, όχι QoS

Gigabit Ethernet	Αύξηση ταχύτητας σε 1 Gbps, απλό, ενδεχόμενη μείωση κόστους	Ακριβό, όχι QoS, περιορισμοί απόστασης, βασισμένο σε συγκρούσεις
FDDI	Fault-tolerant	Ακριβό, όχι QoS, όχι upgrade path
ATM 25, 155, 622 Mbps	End-to-end QoS, όχι περιορισμοί απόστασης, μετάβαση στο OC-48	Ακριβό

Πίνακας 6-2: Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα ανταγωνιζόμενων LAN τεχνολογιών

Όπως φαίνεται και από τους παραπάνω πίνακες, οι **τεχνολογίες Ethernet** προσφέρουν μια απλή, φθηνή και κατανοητή λύση, υστερούν όμως σε scalability, εύρος ζώνης allocation, προέκταση σε WAN, end-to-end ολοκλήρωση, καθώς και χαρακτηριστικά QoS που απαιτούνται από τις μελλοντικές multimedia εφαρμογές.

Το **ATM** είναι αρκετά διαφορετικό από τις υπόλοιπες LAN τεχνολογίες σε τουλάχιστον ένα χαρακτηριστικό. Μόνο το Switched 100-Mbps Ethernet έχει κοινά χαρακτηριστικά από το υπόλοιπο group, με το ATM. Παρά το γεγονός ότι το Ethernet Switching παρέχει μεγάλα ποσά αφοσιωμένου εύρους ζώνης σε απλούς χρήστες, τα switched networks συνεχίζουν να λειτουργούν σε μια peer-to-peer, επιπέδου 2 bridged αρχιτεκτονική. Αυτό μπορεί να είναι ένα βασικό μειονέκτημα καθώς το μέγεθος του δικτύου μεγαλώνει, επιδρώντας στην απόδοση, τη διαχείριση, και τη scalability. Επίσης, το Ethernet έχει περιορισμούς στην απόσταση ενώ τα δίκτυα ATM δεν έχουν τέτοιου είδους περιορισμούς. Άλλο μειονέκτημα της τεχνολογίας Ethernet είναι η ανικανότητα να συνεργαστεί με διαφορετικές LAN τεχνολογίες, όπως το FDDI, χωρίς τη βοήθεια bridges ή routers. Στο ATM η εξομοίωση LAN και τα πρωτόκολλα MPOA επιτυγχάνουν συνεργασία με άλλα LAN. Στο FDDI η υψηλή τιμή του και η έλλειψη εκτεταμένης υποστήριξης αποτελούν κύρια μειονεκτήματα. Το ATM έχει το μειονέκτημα του υψηλού κόστους και της πολυπλοκότητας. Κατα αυτό τον τρόπο οι αυξημένες ικανότητες του, δεν αξιοποιούνται από τις επιχειρησιακές εφαρμογές. Ήταν όμως η πρώτη τεχνολογία που παρείχε network scalability και QoS. Επίσης έχει πολύ καλό έλεγχο εύρους ζώνης.

Το **Gigabit Ethernet** έχει αναπτυχθεί με τη βοήθεια του wire-speed routing, καθώς η ολοκλήρωση της τεχνολογίας έχει ως αποτέλεσμα wire-speed routing που εκτιμάται ότι θα χωρέσει δεκάδες χιλιάδες δικτυακές διευθύνσεις σε ένα port. Με αυτό τον τρόπο το Gigabit Ethernet παρέχει scalability και απόδοση ισάξια με το ATM. Εξάλλου είναι σημαντικό ότι το IP-το μελλοντικά κυρίαρχο δικτυακό πρωτόκολλο- σχεδιάστηκε και δουλεύει άριστα σε frame-based δίκτυα. Το Gigabit Ethernet μπορεί να χειριστεί IP-based multimedia traffic αρκετά αποτελεσματικά.

5.2 Συγκρίσεις κόστους

Ο παρακάτω πίνακας συγκρίνει το κόστος προς Mbps των τεχνολογιών Ethernet, ATM και FDDI. Όλα τα κόστη αντιπροσωπεύουν μέσους όρους, όχι το minimum. Επίσης αυτά τα κόστη θεωρούν ότι ο χρήστης μπορεί να εκμεταλλευθεί όλο το καθορισμένο εύρος ζώνης, πράγμα που είναι σπάνιο. Επίσης είναι αξιο αναφοράς ότι οι ταχύτητες ATM είναι full-duplex σε αντίθεση με τις υπόλοιπες half-duplex τεχνολογίες, δηλαδή διπλασιάζουν αποτελεσματικά το διαθέσιμο εύρος ζώνης. Επίσης, φαίνεται ότι το Gigabit Ethernet και το 155/622-Mbps ATM προσφέρουν το πιο cost-effective εύρος ζώνης.

Πρωτόκολλο	Ταχύτητα (Mbps)	Κόστος προς NIC	Κόστος προς Switch Port	Κόστος προς Mbps
Gigabit Ethernet	1000	\$1000	\$3000	\$3
ATM 155	310 (155 FDX)	\$500	\$1000	\$4,84
ATM 622	1244 (622 FDX)	\$4000	\$3000	\$5,63
Fast Ethernet	100	\$100	\$500	\$6
ATM 25	50 (25 FDX)	\$200	\$200	\$8
FDDI	100	\$1200	\$3000	\$42

Πίνακας 6-3: Συγκρίσεις Κόστους των διαφόρων τεχνολογιών

5.3 Απαίτηση Αγοράς

Η τιμή δεν είναι η μοναδική θεώρηση. Το μέγεθος της αγοράς, η interoperability μεταξύ των vendors, και η interoperability στην τεχνολογία (με την ήδη εγκατεστημένη βάση) όπως ειπώθηκε και παραπάνω, παίζουν κύριο ρόλο στην επιλογή τεχνολογίας. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει την κατάσταση της αγοράς για κάθε τεχνολογία LAN, την ικανότητα των vendors με διαφορετικούς εξοπλισμούς να συνεργάζονται πάνω στην ίδια τεχνολογία, και την ικανότητα της τεχνολογίας να συνεργάζεται με άλλες τεχνολογίες.

Τεχνολογία	Μέγεθος Αγοράς	Interoperability των Vendors	Interoperability τεχνολογίας
100-Mbps Ethernet switched	Ραγδαία ανάπτυξη	Καλή	OK
100-Mbps Ethernet shared	Αναπτυσσόμενη	Καλή	Φτωχή
FDDI	Μειωμένη	OK	Φτωχή
Gigabit Ethernet	Αναπτυσσόμενη	Φτωχή (ως τώρα)	Άγνωστο

Πίνακας 6-4. Παράγοντες αγοράς για τεχνολογίες LAN

5.4 Απαιτήσεις χρηστών και εφαρμογών

Η επιλογή LAN και WAN τεχνολογίας πρέπει να βασίζεται στις ανάγκες των χρηστών και των εφαρμογών τους. Ο πίνακας δείχνει τις τεχνολογικές λύσεις τόσο του ATM όσο και των μη-ATM επιλογών για την επίλυση των αναγκών των χρηστών και των εφαρμογών.

Στόχος	Μη-ATM λύση	ATM λύση
Αύξηση ταχύτητας ανά shared τμήμα	100/1000 Mbps Ethernet, FDDI	155-Mbps ATM
Αύξηση ταχύτητας ανά χρήστη	Micro-segment 10 Mbps, single-user 10 Mbps	Αφοσιωμένο 25-Mbps ATM
Αφωσιωμένο BW ανά χρήστη	Switched Ethernet με microsegmentation	Switched 155-Mbps ATM
Διακίνηση φωνής και video	Iso-Ethernet, 100M Ethernet	Οποιοδήποτε ATM (25 ως 155)
Μειώση add/move/changes	VLANs	LANE VLANs
Multicast	IP multicast	IP over ATM multicast, LANE
QoS/BW reservation	802.1p, RTP, RSVP	Τυποποιημένη υπηρεσία

Πίνακας 0-5: **ATM και μη-ATM λύσεις για τις απαιτήσεις χρηστών και εφαρμογών**

5.5 Απόδοση

Το ATM παρέχει την καλύτερη μεταβατική τεχνολογία από LAN σε WAN (1.5 Mbps ως OC-48) στη βιομηχανία. Ένα πλεονέκτημα του ATM είναι η ευρεία κλίμακα ταχυτήτων που παρέχει. Τα Ethernet LANs και το ATM τρέχουν σε συγκριτικές ταχύτητες. Το 25-Mbps ATM είναι ισοδύναμο με το 100-Mbps Fast Ethernet και χρησιμοποιώντας παρόμοια λογική, το 622-Mbps ATM είναι ισοδύναμο με το simplex Gigabit Ethernet. Έτσι, ένας server μπορεί να έχει σύνδεση από 25-Mbps ως 622-Mbps (ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτή που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι πιο ισχυροί servers. Το ATM τυποποιεί το OC-48, σχεδόν 2.5 Gbps full-duplex εύρος ζώνης, διπλάσιο του full-duplex Gigabit Ethernet και τετραπλάσιο του half-duplex Gigabit Ethernet! Αξίζει να τονιστεί ότι πριν από μια δεκαετία, οι περισσότεροι σχεδιαστές LAN δεν πίστευαν ότι οι χρήστες θα απαιτούσαν παραπάνω από 10 Mbps.

Αυτό που πραγματικά μετρά σε περιβάλλοντα LAN δεν είναι η αποδοτικότητα των switching πλαισίων μεταβλητού μήκους ή των ATM cells, αλλά αν οι συσκευές διαθέτουν το απαιτούμενο hardware ή software για να εκτελέσουν το switching και το routing.

5.6 ATM vs Gigabit Ethernet

Στο σημείο αυτό στρέφουμε την προσοχή μας μεταξύ ATM και Gigabit Ethernet, γιατί αυτές είναι οι τεχνολογίες που θα επικρατήσουν στο μέλλον, λόγω της τεχνολογικής τους ανωτερότητας σε σχέση με τις υπόλοιπες.

Ενώ το Gigabit Ethernet θα συνεργαστεί καλά με IP δίκτυα, υπάρχουν κάποια ερωτηματικά σχετικά με την υποστήριξη προτεραιοτήτων, switching, και QoS. Ο παρακάτω πίνακας παρέχει μία σύγκριση ATM με Gigabit Ethernet σε διάφορες ιδιότητες τους.

Ιδιότητα	ATM	Gigabit Ethernet
υποστήριξη LAN	Ναι	Ναι
υποστήριξη WAN	Ναι	Όχι
Αναβάθμιση	DS1 ως OC-48	1 Gbps
Μετάβαση από χαμηλές ταχύτητες απαιτεί αλλαγή hardware	Ναι	Ναι
Learning curve	Υψηλή	Χαμηλή (λόγω εμπειρίας Ethernet)
Απαίτηση νέου NIC	Ναι	Ναι
Κόστος εξοπλισμού	Υψηλό	Υψηλό
Υποστήριξη QoS	Built-in	Σχεδιασμός στο 802.1p
Δυσκολία εγκατάστασης	Υψηλή	Μέτρια
Ταχύτητα	Διακύμανση από DS1 (1.5 Mbps) ως OC-48 (2.5 Gbps)	1 Gbps
Διαμόρφωση	Μερική απαίτηση	Plug and play
Ευχρηστία	Περισσότερο πολύπλοκη	Απλούστερη

Πίνακας 6-6: **ATM συγκρινόμενο με το Gigabit Ethernet**

Πίνακας με αυστηρή αξιολόγηση σημείων στα οποία υπερτερεί η κάθε τεχνολογία.

Gigabit Ethernet vs ATM	1998	1999	2000
Χαρακτηριστικό	Πλ./Μειο	Πλ./Μειο	Πλ./Μειο
	.	.	.
Κατανόηση Τεχνολ. και λειτουργίες	++	++	++
Τιμή	++	++	++
Σχεδιασμός δικτύου και manageability	++	++	++
Interoperability και σταθερότητα	-	+	+
Προσαρμοστικότητα	-	=	=
Wire-speed routing	+	+	+

Scalability	=	=	=
Ασφάλεια	=	=	=
Data QoS	=	=	=
Audio/Video QoS	-	-	-
IP multicast	=	=	=
Uplink απόδοση	+	+	+
Vlans	-	=	=

Πίνακας 6-7: **Σύγκριση ATM και Gigabit Ethernet τεχνολογιών**

Σημείωση: + : Gigabit Ethernet έχει πλεονέκτημα (++ είναι μεγάλο πλεονέκτημα)

- : Gigabit Ethernet έχει μειονέκτημα (++ είναι μεγάλο μειονέκτημα)

=: Gigabit Ethernet και ATM είναι ισοδύναμα

Κατανόηση Τεχνολογίας και Λειτουργίες

Το ATM είναι ένα πολύπλοκο περιβάλλον. Είναι σαφές ότι δεν υπάρχει μέγας αριθμός ατόμων που κατανοεί την τεχνολογία. Μια βασική διαφορά στο **πρωτόκολλο** μεταξύ ATM και Ethernet είναι το segmentation και reassembly των PDUs του χρήστη. Το ATM σπάει τα δεδομένα σε cells καθορισμένου μήκους. Στη συνέχεια εγκαθιστά ένα προσανατολισμένο στη σύνδεση virtual circuit που εγγυάται εύρος ζώνης και quality στον παραλήπτη. Η επανεκπαίδευση του προσωπικού, ο περιορισμένος αριθμός ταλαντούχων υπαλλήλων και η πρόκληση της σχεδίασης/διαχείρισης του ATM καθιστούν δύσκολο το έργο των network managers. Σε όρους κόστος/απόδοση το ATM δεν είναι πρακτικό λόγω της τεράστιας εγκατεστημένης βάσης των Ethernet desktops.

Αντίθετα το Ethernet διαθέτει κατανοητή τεχνολογία και λειτουργίες, δηλαδή υπερτερεί κατά πολύ του ATM. Ως τεχνολογία, το Ethernet ενθυλακώνει τα PDUs του χρήστη σε πλαίσια, πάνω σε κοινοποιηζόμενο μέσο με broadcast χωρίς σύνδεση. Στηρίζεται στο μηχανισμό ανίχνευσης συγκρούσεων για να χειριστεί την συμφόρηση στο κοινό μέσο. Εφόσον τα PDUs του χρήστη είναι πολύ μεγάλα για το κοινό μέσο, τότε ένα πρωτόκολλο υψηλότερου επιπέδου φροντίζει για το segmentation και το reassembly των PDUs.

Κόστος

Αν και το ATM θεωρείται η μελλοντική τεχνολογική επιλογή σε περιβάλλοντα WAN, χρειάζεται κάποια **οικονομική διερεύνηση** για να εγκατασταθεί σε LAN περιβάλλοντα. Σε αυτό το ζήτημα παίζει ρόλο η cost-effective εγκατεστημένη βάση της τεχνολογίας 10/100 Mbps shared και switched Ethernet. Το κλειδί για την ένταξη του ATM σε περιβάλλοντα LAN θεωρείται η επέκταση και ολοκλήρωση του με μια νέα γενιά από LAN switches και routers. Αυτές οι συσκευές παρέχουν μια βιώσιμη και cost-effective λύση σε επίπεδο LAN backbone σε σχέση με το FDDI, αλλά και cost-effective λύση ως προς Mbps σε σχέση με το 10/100 Mbps Ethernet στο desktop.

Στο Gigabit Ethernet οι συσκευές switching και routing υπόσχονται να κοστίζουν δύο ή τρεις φορές όσο οι συσκευές 100-Mbps Ethernet full-duplex, ενώ θα

επιτυγχάνουν 10 προς 1 πλεονέκτημα απόδοσης ως προς τον εξοπλισμό των 100 Mbps. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα μια τριπλάσια ή πενταπλάσια αύξηση σε τιμή/απόδοση. Τα ATM switches είναι πιο ακριβά από τα συμβατικά LAN Ethernet switches, αλλά η διαφορά τείνει να μειωθεί αισθητά

Το ATM είναι μια δαπανηρή τεχνολογία διότι βασίζεται σε ακριβά carrier-grade physical interfaces. Το Gigabit Ethernet και το Fast Ethernet βασίζονται στις φυσικές τυποποιήσεις του Fibre Channel και CDDI με χαμηλότερο κόστος και μεγαλύτερη οικονομία κλίμακας. Το ATM/SONET σε 622-Mbps ATM interface θα συνεχίσει να είναι ακριβότερο από τις οπτικές ίνες του Gigabit port.

Παραθέτουμε μια τρέχουσα σύγκριση τιμών:

- Fast Ethernet: \$175/port Layer 2 και \$500/port Layer 3
- ATM 155: \$900/port και \$3.500/uplink
- Gigabit Ethernet: \$1.500/port Layer 2 και \$3.000/port Layer 3
- ATM 622: \$5.000/port και \$10.000/uplink

Το μέσο Gigabit uplink σε ένα 10/100 switch κοστίζει περίπου 25% του 622 Mbps ATM uplink, καθιστώντας το ATM cost-prohibitive (Το Gigabit κοστίζει μεταξύ \$1000 και \$3.500, ενώ το 622-Mbps ATM uplink κοστίζει από \$7.000 ως \$10.000)

Το Gigabit Ethernet αρχίζει να μειώνει τις τιμές, ενώ το ATM έχει ήδη αρχίσει τα τελευταία 2 χρόνια να το κάνει. Φυσικά, λόγω της κυρίαρχης θέσης στην αγορά, το Gigabit Ethernet θα μειώσει τις τιμές με ρυθμό μεγαλύτερο από αυτό του ATM.

Σχεδιασμός Δικτύου και ευχρηστία

Τα δίκτυα ATM από τον αρχικό σχεδιασμό/ανάπτυξη ως την επίλυση προβλημάτων παρούσιάζουν δυσκολίες. Με χαρακτηριστικά όπως το MPOA, τα switched virtual circuits, το PNNI να είναι στο κορυφαίο επίπεδο ενός connectionless δικτύου, είναι δύσκολο να ανιχνευτούν προβλήματα. Επίσης η υλοποίηση του ATM εισάγει την απαίτηση για δύο παράλληλα συστήματα διαχείρισης- ένα για το ATM backbone και ένα για τις υπόλοιπες LAN συσκευές. Αυτό προσθέτει περισσότερο κόστος, πολυπλοκότητα και φόρτο από τα ομογενή frame-based LAN.

Στο σχεδιασμό δικτύου, το ATM είναι μια πρόκληση για να συνεργαστεί με τις υπάρχουσες LAN τοπολογίες. Είναι σίγουρα πιο απλό να επεκτείνεις τις γνωστές αρχές του Ethernet σε ένα Gigabit routed backbone από το να συνδέσεις μια ακμή MPOA μεταξύ switched LANs και ένα πυρήνα ATM. Το Ethernet είναι μια γνωστή επέκταση των ήδη χρησιμοποιούμενων τεχνικών που μπορεί να χρησιμοποιήσει τα υπάρχοντα εργαλεία διαχείρισης και την εμπειρία.

Interoperability και Σταθερότητα

Αποδεδειγμένα το ATM είναι μια interoperable και κατάλληλη τεχνολογία. Αντίθετα το Gigabit Ethernet τώρα κάνει τα πρώτα του βήματα και αναμένεται ένα χρονικό διάστημα έως ότου οι οργανισμοί απελευθερωθούν από τυχόν αμφιβολίες. Αυτή τη στιγμή οι εταιρίες δοκιμάζουν την τεχνολογία σε ομάδες εργασίας μικρότερης ισχύος, προτού αναπτυχθούν παραπέρα.

Το ATM είναι ακόμα μια single-vendor διάπραξη. Το PNNI στην καρδιά κάθε ATM backbone switch επιτρέπει μια ευρεία γκάμα χαρακτηριστικών προστιθέμενης αξίας. Οι vendors υλοποιούν διαφορετικά την τυποποίηση PNNI για να πετύχουν τα ιδιαίτερα switch χαρακτηριστικά τους. Multi-vendor ATM switches θα είναι interoperable αλλά η λειτουργία τους θα είναι περιορισμένη.

Χρησιμοποιώντας απλά τα τυποποιημένα χαρακτηριστικά του Ethernet, το Gigabit Ethernet θα γίνει πιο interoperable από το ATM. Με την ήδη εγκατεστημένη βάση του Ethernet, η interoperability μεταξύ διαφορετικών Gigabit switches και routers έχει πιστοποιηθεί με πρώιμες δοκιμές.

Προσαρμοστικότητα και κλιμάκωση (scalability)

Το ATM PNNI είναι ένα interswitch signaling πρωτόκολλο που έχει θεωρηθεί ως το πιο κατάλληλο μέσο για να δώσει στα δίκτυα την προσαρμοστικότητα και την ανοχή στα λάθη (fault-tolerance) όταν το χρειάζονται. Το πρωτόκολλο γεννητικού δέντρου (spanning tree) του Ethernet είναι εξίσου αποτελεσματικό σε προβλήματα re-routing.

Το ATM παρέχει χαρακτηριστικά εξισορρόπησης φορτίου (load-balancing) που επιτρέπουν πολλαπλές γραμμές να ισορροπούν την κυκλοφορία όποτε κάποια γραμμή πέφτει. Τα περισσότερα ATM ξεκινάνε από 155M OC-3 και συνεχίζει ως 622M OC-12. Το επόμενο βήμα στο ATM scalability θα είναι 2,5G (OC-48) που θα φτάσει για χρήση LAN πριν το 2000.

Το Ethernet έχει ένα παρόμοιο χαρακτηριστικό, για την εξισορρόπηση φορτίου, με το οποίο συνδέσεις Fast Ethernet ή Gigabit Ethernet μπορούν να πολυπλεχθούν και να δημιουργήσουν μια μεγαλύτερη σύνδεση (pipe). Το Gigabit Ethernet φέρνει μεγαλύτερη LAN scalability από το ATM- δεκαπλάσιο άλμα από τα 100M στα 1000M- και θα παρέχει και μηχανισμούς load-balancing.

Στο φυσικό επίπεδο το ATM και το Gigabit Ethernet μπορούν να διαμορφωθούν με εφεδρικά ports, back-up γραμμές και αποθέματα ισχύος.

Wire-speed Routing

Το MPOA έδωσε στο ATM την ικανότητα να υποστηρίξει routed LAN traffic, και επιπλέον υποσχέθηκε να εξαφανίσει τα router bottlenecks που μάζιζαν τα LANs. Η ιδέα ήταν να παίρνεται μια αρχική routing απόφαση στον MPOA server για μια εσωτερική ροή κυκλοφορίας, και να προωθούμε την υπόλοιπη χωρίς επεξεργασία μέσω ενός forwarder.

Ειρωνικά, το MPOA έχει χαμηλότερη απόδοση από το Gigabit switching και routing. Ήδη κυκλοφορούν προϊόντα Gigabit Routing Switch με 52 Gbps χωρητικότητα και ικανότητα να επεξεργαστούν περισσότερο από 3,75 εκατομμύρια πακέτα το δευτερόλεπτο σε wire-speed. Σε αντίθεση οι καλύτερες μονάδες MPOA μπορούν να προωθήσουν 100.000 ως 300.000 πακέτα το δευτερόλεπτο. Τα tradeoffs κόστος/απόδοση είναι τεράστια. Εξάλλου το hardware-based routing εξαφανίζει το πλεονέκτημα του ATM, ότι δηλαδή το να μοιραζεσαι υπολογισμό route σε πολλαπλά, καταναμεμένα cell-switches έχει λιγότερο κόστος σε σχέση με software-based routers. Η πρόοδος όμως των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων έδωσε στα routing switch πακέτα καλύτερη απόδοση από το ATM/MPOA.

Ασφάλεια

Επειδή το ATM είναι προσανατολισμένο στην σύνδεση (connection-oriented) μπορεί θεωρητικά να προσφέρει καλύτερη ασφάλεια δικτύου από το connectionless routing/switching. Η αποτυχία του ATM να φτάσει στο desktop μειώνει την την έννοια της ιδανικής ασφάλειας που θα μπορούσε να προσφέρει. Χωρίς end-to-end κυκλώματα ATM, η επικοινωνία δεν πιο ασφαλής από ότι σε ένα connectionless routed δίκτυο.

Data QoS

Το ATM σχεδιάστηκε για το χειρισμό multimedia. Είναι λοιπόν φυσικό να προσφέρει το πιο αποτελεσματικό QoS σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνολογίες. Αν και θεωρητικά μπορεί να προσφέρει καταπληκτικό QoS, ακόμα δεν έχει εκπληρώσει τον στόχο του. Επειδή μάλιστα το ATM στο desktop είναι αμφισβητήσιμο, τα πράγματα γίνονται ακόμα πιο δύσκολα.

Ethernet-based QoS υπάρχει σήμερα, και θα τελειοποιηθεί με την πάροδο του χρόνου. Το Gigabit Ethernet θα στηριχθεί κυρίως στο πρότυπο 802.1p και/ή το RSVP. Σήμερα οι ανερχόμενες εφαρμογές που χειρίζονται multimedia είναι IP-based. Αυτές οι εφαρμογές απαιτούν εγγυήσεις υπηρεσίας, αλλά αυτές οι εγγυήσεις μπορούν να συνεργαστούν με το Ethernet. Φυσικά το Ethernet δεν εγγυάται το σταθερό εύρος ζώνης του ATM, αλλά με το αυξανόμενο εύρος ζώνης που προσφέρει και τις ικανότητες του QoS, θα υποστηρίξει τις απαιτήσεις καθυστέρησης και jitter IP-based εφαρμογών φωνής/video. Αυτές οι IP-based εφαρμογές που θα μπορέσουν να αξιοποιήσουν τα Layer 2/3 queuing και prioritization πρότυπα, θα αναπαριστούν την πλειοψηφία των multimedia εφαρμογών.

IP Multicast -Uplink Απόδοση-VLANs

Το ATM πρόσφατα παρέχει καλή υποστήριξη IP multicast, αλλά θα αντιμετωπίσει προβλήματα virtual circuit scalability με την πάροδο του χρόνου. Οι Gigabit routers επίσης υποστηρίζουν σε πραγματικό χρόνο IP multicasting και δεν αντιμετωπίζουν τα ίδια προβλήματα scalability.

Η απόδοση μεταξύ τερματικών συσκευών και ενός ATM backbone δεν επιβραδύνεται σημαντικά από την μετατροπή frame-to-cell που απαιτείται στο ATM. Η μετατροπή του πρωτοκόλλου επιβαρύνει το δίκτυο και μειώνει την αποτελεσματική χρησιμοποίηση του εύρους ζώνης. Σε περιβάλλοντα που είναι pure packet ο λόγος κόστος/απόδοση είναι καλύτερος.

Το ATM παρέχει το μόνο τυποποιημένο πλαίσιο εργασίας για την υλοποίηση virtual LANs. Στο Ethernet, το IEEE 802.1p και IEEE 802.1Q, και το Layer 3 VLAN θα τυποποιηθούν. Αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι ότι τα VLANs παραμένουν σε πρώιμο στάδιο. Ο πρώτος λόγος χρησιμοποίησής τους είναι να απλοποιηθούν οι δικτυακές κινήσεις και οι αλλαγές. Ο δεύτερος λόγος είναι να βοηθήσουν να οργανωθούν οι υπάρχουσες LAN τοπολογίες και να εξαφανίσουν τα router bottlenecks. Το Gigabit routing θα περιορίσει τις πιέσεις των LAN που επιθυμούν αυτή τη χρήση των VLANs. Μέσω του wire-speed routing, τα backbones μπορούν εύκολα να χειριστούν τοπολογίες client-server.

6. Η διαμάχη μεταξύ ATM και GIGABIT ETHERNET

6.1 Εισαγωγή.

Από την πρώτη στιγμή εμφάνισης του Gigabit Ethernet έγινε σαφές ότι πρόκειται για μια τεχνολογία άκρως διεισδυτική. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως το Gigabit Ethernet είχε ως στόχο του όχι μόνο να κυριαρχήσει στην αγορά των οπαδών του Ethernet αλλά να πάρει μερίδιο και από την αγορά άλλων τεχνολογιών, μια και μπορούσε να υποστηρίξει αυτό που ονομάζεται gigabit networking. Το τελευταίο αυτό χαρακτηριστικό το κατέστησε αυτομάτως και αντίπαλο της ATM τεχνολογίας η οποία φαινόταν ως η πλέον επικρατούσα μελλοντική λύση για εφαρμογές πραγματικού χρόνου με μεγάλες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης.

Η διαμάχη αυτή έχει αρχίσει να λαμβάνει μεγάλες διαστάσεις. Τόσο η ακαδημαϊκή κοινότητα όσο και οι χρήστες και διαχειριστές των μεγάλων δικτύων έχουν χωριστεί σε δύο αντίπαλα στρατόπεδα. Καθένα από αυτά προσπαθεί με τα δικά του επιχειρήματα να πείσει για την υπεροχή της τεχνολογίας που υποστηρίζει έναντι της άλλης. Βέβαια, όπως πάντα, υπάρχουν και εκείνοι που προσπαθούν να αντιμετωπίζουν και τις δύο τεχνολογικές επιλογές από κάποια απόσταση ώστε να μπορούν να κρίνουν καλύτερα με βάση τις ανάγκες τους και όχι το συναίσθημα. Είναι εκείνοι που συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα και των δύο τεχνολογιών και μέσα από υβριδικά ή μη δίκτυα και επιτυγχάνουν την καλύτερη απόδοση χωρίς υπερβολικό κόστος.

Το επόμενο υποκεφάλαιο θα περιγράψει τα βασικότερα επιχειρήματα των υποστηρικτών τόσο της ATM όσο και της Gigabit Ethernet τεχνολογίας και θα γίνει μία ανάλυση πάνω σε καθένα από αυτά. Στο υποκεφάλαιο 7.3 γίνεται μια προσπάθεια να καταγραφεί η πραγματικότητα και εξετάζονται ορισμένα υβριδικά δίκτυα με στοιχεία και από τις δύο τεχνολογίες ενώ τέλος στο υποκεφάλαιο 7.4 παρουσιάζεται η σημερινή κατάσταση στο ελλαδικό περιβάλλον και γίνονται κάποιες εκτιμήσεις για το πως θα διαμορφωθεί η κατάσταση αυτή στο κοντινό μέλλον.

6.2 ATM vs Gigabit Ethernet. Τα επιχειρήματα των δύο πλευρών.

Αναζητώντας κανείς επιχειρήματα για να στηρίξει την κάθε μια από τις δύο τεχνολογίες και συνομιλώντας με υποστηρικτές και των δύο πλευρών, μπορεί να αντιληφθεί πως κάθε πλευρά διαθέτει μια σειρά από επιχειρήματα που μπορεί να είναι από εξαιρετικά ισχυρά έως εντελώς ασθενικά. Παράλληλα γίνεται σαφές πως όλα αυτά επιχειρήματα περιστρέφονται γύρω από μερικούς βασικούς πυρήνες των οποίων τα χαρακτηριστικά βοηθούν στην παραγωγή πολλαπλών επιχειρημάτων που τελικά ανάγονται στο ίδιο βασικό χαρακτηριστικό. Σκοπός αυτού του υποκεφαλαίου είναι να παρουσιάσει και να σχολιάσει τα βασικά μόνο επιχειρήματα και των δύο τεχνολογιών.

Τεχνολογική ωριμότητα της ATM τεχνολογίας

Οι υποστηρικτές της ATM τεχνολογίας τονίζουν πως *“το ATM βρίσκεται αρκετά χρόνια στην αγορά, είναι δοκιμασμένο και έχει ωριμάσει περισσότερο σαν τεχνολογία σε σχέση με το Gigabit Ethernet”*.

Το επιχείρημα αυτό είναι αρκετά πειστικό και κρύβει μέσα του αρκετές αλήθειες για την ATM τεχνολογία. Πράγματι, ATM δίκτυα υπάρχουν εδώ και 5 χρόνια σε μεγάλο εύρος και μάλιστα από το 1997 έως το 2000 αναμένεται ο αριθμός των υπολογιστών που συνδέονται σε ένα ATM δίκτυο να αυξάνεται κατά 50% κάθε χρόνο. Το γεγονός αυτό ισοδυναμεί με πενταπλασιασμό των χρηστών ATM δικτύων μέσα σε μία τετραετία. Συνέπεια του γεγονότος αυτού είναι όλο και περισσότερες εταιρείες δικτύων να ασχολούνται με την ανάπτυξη ATM λογισμικού και υλικού και έτσι η τεχνολογία αυτή να προσφέρει πιο ολοκληρωμένες και αποτελεσματικές λύσεις.

Παράλληλα, διάφορες έρευνες που γίνονται από οργανισμούς όπως το ATM-Forum πιστοποιούν πως οι περισσότεροι διαχειριστές ATM δικτύων θεωρούν την συγκεκριμένη τεχνολογία αρκετά ώριμη πλέον. Γενικά η πληθώρα των εταιρειών που τα τελευταία χρόνια ασχολούνται με την ATM τεχνολογία έχει οδηγήσει σε προϊόντα (υλικού, λογισμικού, διαχείρισης) τα οποία μπορούν να συνδιαστούν και να εγγυηθούν την λύση των προβλημάτων και την ικανοποίηση αναγκών των σύγχρονων χρηστών των δικτύων κάτω από τον μανδύα της ATM τεχνολογίας.

Τέλος, η ύπαρξη ενός οργανισμού όπως το ATM Forum, που απαρτίζεται από εταιρείες που παράγουν ATM προϊόντα σε συνδιασμό με την πλούσια δράση του, την εγκυρότητά του και την παγκόσμια αποδοχή του, έχει βοηθήσει σημαντικά στην παραγωγή προτύπων και έχει θέσει τα εχέγγυα για την μελλοντική ανάπτυξή του ATM και την προσαρμογή του στις μελλοντικές εξελίξεις και ανάγκες των χρηστών.

Το Gigabit - Ethernet από την δική του πλευρά είναι μια τεχνολογία που τώρα αναπτύσσεται και ακόμη δεν έχει οριστεί η τελική μορφή πολλών προτύπων. Αυτό βέβαια δεν έχει εμποδίσει πολλές εταιρείες να παράγουν ήδη Gigabit - Ethernet προϊόντα μια και οι προτυποποιήσεις παρουσιάζουν μια αξιοζήλευτη σταθερότητα σε καίρια σημεία στα τελικά τους βήματα. Όμως σε καμμία περίπτωση ο αριθμός εγκαταστάσεων σε Gigabit - Ethernet δεν μπορεί να συγκριθεί με αυτόν σε ATM.

Το βασικό όμως επιχείρημα των οπαδών της Gigabit-Ethernet τεχνολογίας είναι πως η τελευταία δεν είναι τίποτα παραπάνω από την κλασσική Ethernet τεχνολογία, απλά κινείται σε υψηλότερες ταχύτητες. Έτσι, δεν υπάρχει λόγος ανησυχίας για την απόδοση και την σταθερότητα αυτής της νέας τεχνολογίας αφού αυτά τα χαρακτηριστικά τα εγγυάται το Ethernet, το οποίο κατέχει το 80% της παγκόσμιας αγοράς δικτύων και υποστηρίζεται από πολυεθνικούς κολοσσούς στον χώρο των δικτύων και των υπολογιστών γενικότερα.

QoS στα ATM δίκτυα.

Το δεύτερο μεγάλο επιχείρημα των υποστηρικτών της ATM τεχνολογίας είναι πως *“μόνο το ATM μπορεί να προσφέρει εγγυημένη ποιότητα υπηρεσιών και να συνδιάσει αποτελεσματικά κινούμενη εικόνα και ήχο, τα οποία αναμένεται να αποτελέσουν την κυρίαρχη μορφή δεδομένων στα δίκτυα του μέλλοντος.”*

Η αλήθεια είναι πως οι δυνατότητες που προσφέρουν τα ATM δίκτυα στον τομέα του QoS είναι πολύ περισσότερες και αποτελεσματικότερες από αυτές των

άλλων τεχνολογιών. Στην θεωρία, σε ένα αμιγώς ATM περιβάλλον με εφαρμογές γραμμένες για την ATM τεχνολογία είναι δυνατό να υπάρχει πλήρης έλεγχος πάνω στο εύρος ζώνης που διατίθεται σε κάθε χρήστη κάθε διαφορετική χρονική στιγμή. Οι καθυστερήσεις που υπόκεινται χρονικά ευαίσθητα δεδομένα μπορούν να φραχθούν και υπάρχουν δυνατότητες για συνεχή έλεγχο της ροής της κυκλοφορίας πάνω στο δίκτυο ώστε να λαμβάνεται απόφαση για το αν θα πρέπει να δεσμευτούν πόροι για κάποια επικοινωνία ή όχι.

Ταυτόχρονα, είναι σημαντικό να κατανοηθεί από όλους πως το ATM γεννήθηκε από εθνικούς οργανισμούς τηλεπικοινωνιών και επομένως πολλά χαρακτηριστικά QoS που υποστηρίζει είναι σχεδιασμένα ώστε να εξυπηρετούν τις ανάγκες των οργανισμών αυτών. Έτσι, το ισχυρό QoS σε επίπεδο κυκλώματος που υποστηρίζει η ATM τεχνολογία στην ουσία αποσκοπεί στην καλύτερη και αποδοτικότερη χρήση των παραδοσιακών αποκωδικοποιητών και των PBX που υπάρχουν στα δίκτυα των τηλεπικοινωνιακών φορέων. Το γεγονός αυτό εξηγεί και την πολύ καλή απόδοση του ATM στην ομαδοποίηση και μεταφορά δεδομένων και ήχου πάνω από δίκτυα ευρείας περιοχής.

Από την δική τους πλευρά οι υποστηρικτές του Gigabit Ethernet ισχυρίζονται πως μόνο μέσα από ένα αμιγώς ATM περιβάλλον είναι δυνατό να αντιληφθεί ο τελικός χρήστης την επίδραση του QoS στην απόδοση του δικτύου. Το κόστος όμως μιας τέτοιας λύσης είναι απαγορευτικό στην πλειοψηφία των περιπτώσεων. Άλλωστε το πολύ υψηλό εύρος ζώνης που προσφέρει η gigabit τεχνολογία σε συνδυασμό με το γεγονός πως το ποσοστό χρησιμοποίησης του backbone στην πλειοψηφία των δικτύων (ακαδημαϊκών και εμπορικών) δεν ξεπερνά το 50%-60%, κάνουν πολλούς να πιστεύουν πως στα σημερινά επίπεδα φόρτου δεν χρειάζεται να αναπτυχθούν μηχανισμοί για QoS στα τοπικά δίκτυα.

Βέβαια, οι πάντες αναγνωρίζουν πως στο μέλλον η διαγραφόμενη κατάσταση δεν είναι και τόσο ευοίωνη. Για τον λόγο αυτό και το Gigabit Ethernet προσπαθεί να κάνει εξομίωση στα χαρακτηριστικά που υποστηρίζει το ATM μέσα από 802.1p τό οποίο είναι ένα πρωτόκολλο προτεραιοτήτων που υποστηρίζει κατηγορίες εξυπηρέτησης (TOS- Types Of Service). Το πρωτόκολλο αυτό στηρίζεται στο RSVP και σκοπό του έχει να εκμεταλλευτεί τα χαρακτηριστικά των υπάρχουσων εφαρμογών, οι οποίες είναι όλες πάνω από IP πρωτόκολλο δικτύου. Φυσικά δεν μπορεί να εγγυηθεί την ποιότητα με τρόπο αντάξιο του ATM όμως η βελτίωση που παρουσιάζεται σε συστήματα που το χρησιμοποιούν είναι θεαματική. Έτσι μαζί τις βελτιώσεις που αναμένεται να γίνουν στο μέλλον οι υποστηρικτές του Gigabit Ethernet πιστεύουν πως η συγκεκριμένη τεχνολογία θα μπορέσει να αντιμετωπίσει ικανοποιητικά την μετάδοση πολυμεσικών δεδομένων.

Η αλήθεια βέβαια είναι πως το ATM έχει σημαντικό προβάδισμα και πως είναι αυτή την στιγμή η μόνη αποτελεσματική πρόταση για υποστήριξη εφαρμογών όπως η VoD, όμως σε μη απαιτητικά περιβάλλοντα το Gigabit Ethernet μάλλον θα κατορθώσει να ξεπεράσει τον σκόπελο του QoS.

Η υπάρχουσα υποδομή και εφαρμογές στρέφονται γύρω από το Ethernet.

Το ισχυρότερο επιχείρημα των υποστηρικτών της Gigabit-Ethernet τεχνολογίας είναι πως *“οι εφαρμογές και η υποδομή των σημερινών δικτύων είναι κατά 80%*

στραμμένες γύρω από την Ethernet τεχνολογία. Είναι λοιπόν φυσικό να προσαρμόζονται καλύτερα σε ένα μελλοντικό περιβάλλον Gigabit Ethernet.”

Το επιχείρημα αυτό κρύβει μέσα του όλη την δύναμη και τα πλεονεκτήματα που έχει η Gigabit Ethernet τεχνολογία στην προσπάθειά της να κατακτήσει το σύνολο της αγοράς δικτύων. Είναι αλήθεια πως το σύνολο των εφαρμογών για δίκτυο είναι γραμμένες για IP πρωτόκολλο στο επίπεδο δικτύου. Μια απόφαση για ριζική αναδιοργάνωση του δικτυακού τμήματος μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού θα είχε σαν αποτέλεσμα την ανάγκη για αγορά καινούργιου λογισμικού. Το κόστος μιας τέτοιας επένδυσης είναι απαγορευτικό για το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς αφού δεν θα πρέπει να αλλαχτεί το λογισμικό των εφαρμογών μόνο αλλά και το λειτουργικό σύστημα του δικτύου και το λογισμικό επόπτευσης, διαχείρισης και χρέωσης. Φυσικά πίσω από μια τέτοια ανανέωση κρύβεται και το κόστος επιμόρφωσης του προσωπικού ώστε να μπορεί να αντιμετωπίσει τις ανάγκες και της ιδιαιτερότητας της νέας τεχνολογίας. Εκτός από το λογισμικό η απόφαση για μετάβαση από την Ethernet στην ATM τεχνολογία συνεπάγεται και ένα τεράστιο κόστος αντικατάστασης των ενεργών συσκευών που φτάνει ως τις κάρτες δικτύου των προσωπικών υπολογιστών εαν αναφερόμαστε σε ένα αμιγώς ATM περιβάλλον. Αντίθετα στην περίπτωση του Gigabit Ethernet μέρος από τον υπάρχοντα δικτυακό εξοπλισμό μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί.

Γενικά, γίνεται σαφές ακόμη μέσα και από τις έρευνες που δίνει στην δημοσιότητα το ATM-Forum πως η απόφαση για μετάβαση από την Ethernet στην ATM τεχνολογία είναι αρκετά δύσκολη και το κόστος της εξαιρετικά μεγάλο. Το Gigabit Ethernet έχει το πλεονέκτημα πως οι προκάτοχοί του διαθέτουν το 80% της αγοράς και έτσι είναι πολύ εύκολο να διεισδύσει σε αυτή. Αντίθετα, το ATM θα πρέπει να πείσει τους ιδιοκτήτες και διαχειριστές δικτύων για την ανάγκη μιας τόσο μεγάλης επένδυσης.

Επειδή δε, το κόστος είναι ίσως ο σημαντικότερος παράγοντας στην λήψη μιας απόφασης και επειδή λίγες εταιρείες επενδύουν στην πληροφορική και στα δίκτυα με χρονικό ορίζοντα παραπάνω από μια πενταετία, είναι σαφές πως μάλλον λίγοι θα επιλέξουν να φύγουν από την Ethernet τεχνολογία όσο αυτή καλύπτει έστω και οριακά της ανάγκες τους. Υπό αυτή την προοπτική, είναι πολύ πιθανόν το Gigabit Ethernet να υπερισχύσει του ATM τουλάχιστον στο άμεσο μέλλον.

6.3 Συνύπαρξη ATM και Gigabit Ethernet σε υβριδικά δίκτυα.

Εκτός όμως από τους ένθερμους υποστηρικτές των δύο τεχνολογιών υπάρχουν και εκείνοι που προτιμούν να κρίνουν την τεχνολογία και τις ανάγκες τους πέρα από συναισθηματισμούς και με καθαρά αντικειμενικά κριτήρια. Για όλους αυτούς το δίλλημα δεν είναι τόσο μεγάλο όσο παρουσιάζεται από άλλους. Κοιτάζοντας καλύτερα τα στοιχεία και των δύο τεχνολογιών μπορεί να διακρίνει κανείς δύο σημαντικά μειονεκτήματα που χαρακτηρίζουν και τις δύο.

Το πρώτο έχει σχέση να κάνει με το κόστος και είναι σαφές πως καμμία από τις δύο τεχνολογίες δεν μπορεί να υποστηρίξει ότι είναι αρκετά φθηνότερη από την άλλη. Το ανοιγμένο κόστος ανά ηλεκτρονικό υπολογιστή που συνδέεται στο δίκτυο είναι αρκετά υψηλό και για τις περισσότερες επιχειρήσεις σχεδόν απαγορευτικό. Ίσως δεν έχει μεγάλη σημασία αν το κόστος ανά Mbit για το

Gigabit Ethernet είναι ελαφρώς μικρότερο από αυτό του 622 ATM. Αυτό που μετράει για την πλειοψηφία των επιχειρήσεων είναι πως και οι δύο τεχνολογίες είναι ακόμη αρκετά ακριβές. Και προφανώς σε ένα περιβάλλον που μοναδικός στόχος είναι το κέρδος μια τόσο μεγάλη επένδυση χωρίς να είναι 100% αναγκαία δεν πρόκειται να εγκριθεί εύκολα.

Το δεύτερο πρόβλημα έχει σχέση με την δυνατότητα που έχουν τμήματα υλικού και λογισμικού από διαφορετικές κατασκευάστριες εταιρείες να συνεργάζονται μεταξύ τους, γνωστό και ως interoperability. Παρόλο που και οι δύο τεχνολογίες διακηρύχουν πως προϊόντα από διαφορετικές εταιρείες είναι συμβατά μεταξύ τους και συνεργάζονται χωρίς πρόβλημα η πράξη έχει δείξει πως κάτι τέτοιο είναι από πολύ δύσκολο έως ακατόρθωτο. Ακόμη και προϊόντα από κυρίαρχες εταιρείες στον χώρο δεν μπορούν να συνεργαστούν άμεσα χωρίς να προγραμματιστούν κάποια τμήματά τους. Το γεγονός αυτό θα αναγκάσει τους ιδιοκτήτες των μελλοντικών δικτύων να δεθούν πίσω από το άρμα μεγάλων εταιριών πληροφορικής με ότι κόστος μπορεί να συνεπάγεται αυτό. Το στοιχείο αυτό αναμένεται να κάνει ακόμη πιο δύσκολη την απόφαση για μετάβαση σε μία από τις δύο τεχνολογίες.

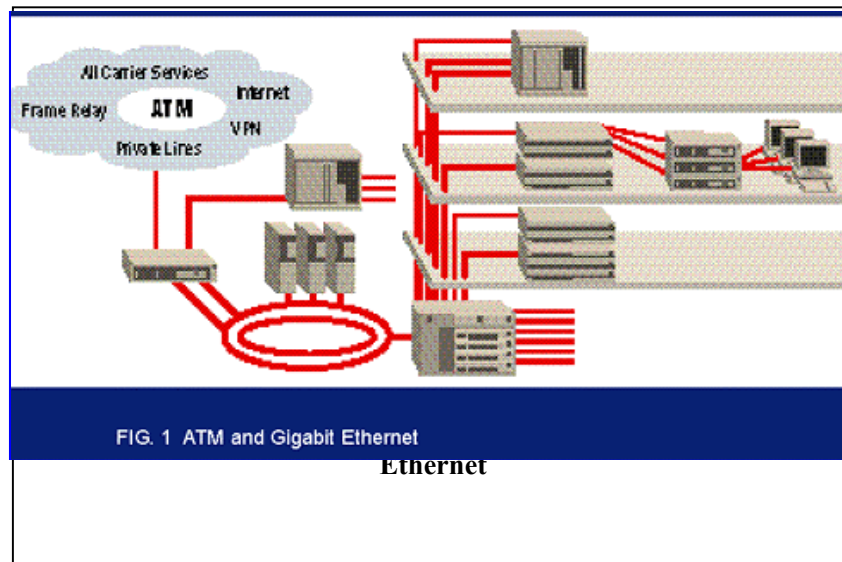
Γίνεται, λοιπόν, κατανοητό πως καμιά από τις δύο τεχνολογίες δεν είναι εύκολο να υποστηρίξει πως αποτελεί την πανάκεια για όλα τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ένα δίκτυο με ανομοιογενές φορτίου που εκτός των άλλων περιλαμβάνει και πολυμεσικές εφαρμογές. Και οι δύο τεχνολογίες μοιάζουν πλέον να έχουν συνειδητοποιήσει τα αδύνατα σημεία τους και να κατανοούν πως η ολοκληρωτική επικράτηση κάποιας έναντι της άλλης είναι ουτοπία. Οι οπαδοί του Gigabit Ethernet ξέρουν πως η συγκεκριμένη τεχνολογία θα πρέπει να δώσει σκληρή μάχη για να επικρατήσει σαν τεχνολογία κορμού σε πανεπιστήμια και επιχειρήσεις ενώ ελάχιστοι ρομαντικοί υποστηρικτές του ATM πιστεύουν πως η συγκεκριμένη τεχνολογία θα φτάσει έως τον τελικό χρήστη.

Η λύση που μοιάζει να κερδίζει έδαφος είναι αυτή των υβριδικών δικτύων, δικτύων δηλαδή που θα συνδυάζουν και τις δύο τεχνολογικές επιλογές. Επομένως ATM και Gigabit Ethernet θα πρέπει να συνεργαστούν προκειμένου να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των χρηστών με σχετικά χαμηλό κόστος και να μπορούν να προσαρμόζονται στις αλλαγές των απαιτήσεων από το δίκτυο χωρίς να απαιτείται επανασχεδιασμός όλων των τμημάτων.

Το ερώτημα λοιπόν από την πλευρά του ATM είναι πόσο μακριά στο δίκτυο κορμού θα φτάνει η συγκεκριμένη τεχνολογία ενώ από την πλευρά του Gigabit Ethernet το ερώτημα είναι πόσο η συγκεκριμένη τεχνολογία θα επεκτείνεται προς το δίκτυο ευρείας ζώνης. Σε πιο σημείο του δικτύου κορμού οι δύο τεχνολογίες θα συναντιούνται εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το κόστος, οι εφαρμογές, η ποιότητα εξυπηρέτησης, το μέγεθος του δικτύου, η τοπολογία του καθώς και οι απαιτήσεις για ανθεκτικότητα σε πιθανές αποτυχίες τμημάτων του.

Μερικά πιθανά σενάρια υβριδικών ATM και Gigabit Ethernet δικτύων περιγράφονται στα επόμενα σχήματα.

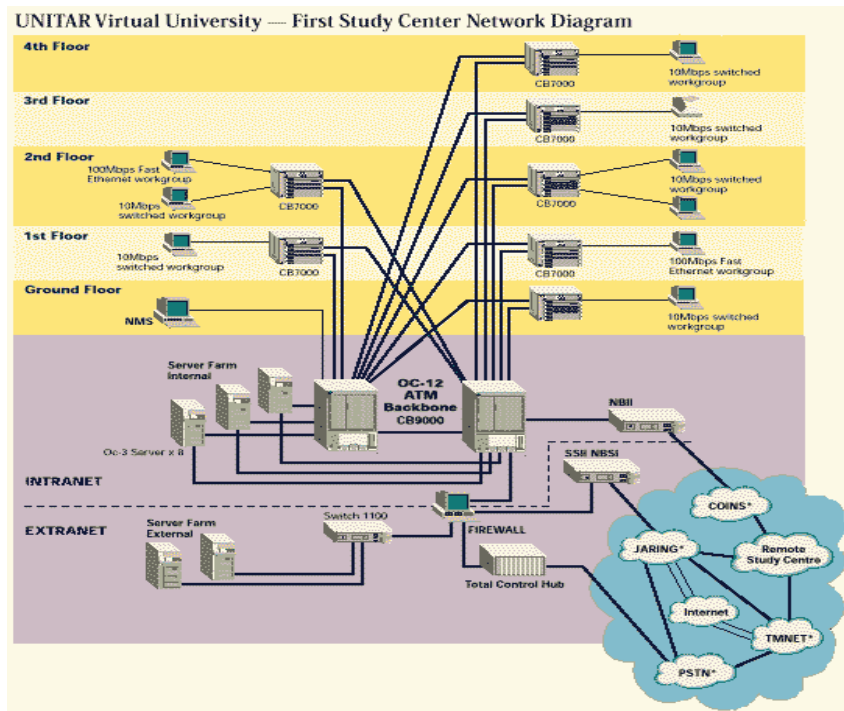
Στο σχήμα 7.3-1 παρουσιάζεται ένα κτίριο με δομημένη καλωδίωση και εδώ μπορούν να διακριθούν δύο διαφορετικά σενάρια. Το πρώτο είναι αυτό που απεικονίζεται και το οποίο δείχνει για το backbone του κτιρίου (κάθετος άξονας) να έχει ακολουθηθεί η λύση του Gigabit Ethernet ενώ για τον οριζόντιο άξονα έχει ακολουθηθεί η προσέγγιση των 10/100/1000 Gigabit συνδέσεων. Το δίκτυο αυτό συνδέεται με ένα ATM δίκτυο το οποίο μπορεί να αποτελεί είτε το WAN δίκτυο είτε το backbone ενός μεγαλύτερου δικτύου μέσα



στο οποίο βρίσκεται και το συγκεκριμένο κτίριο.

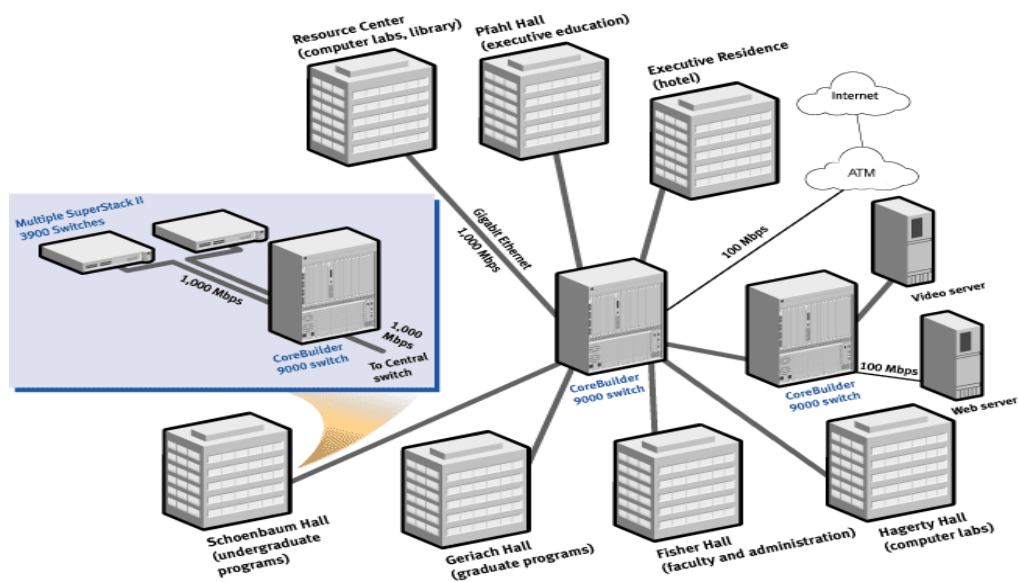
Η εναλλακτική λύση που θα προσφέρει μεγαλύτερη απόδοση και καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών με υψηλότερο κόστος φυσικά είναι η ακόλουθη .Gigabit Ethernet συνδέσεις σε κάθε όροφο του κτιρίου και ATM συνδέσεις στον κάθετο άξονά του. Στην σημερινή πραγματικότητα η πρώτη λύση θα ήταν αρκετά πιθανότερη από την δεύτερη.

Ενα άλλο σενάριο που εξετάζεται είναι αυτό του backbone σε δίκτυα πανεπιστημιακών ιδρυμάτων (campus networks). Μία λύση που υιοθετείται σήμερα και που μοιάζει ικανοποιητική είναι η επιλογή της ATM τεχνολογίας για το δίκτυο κορμού και μετά για κάθε ίδρυμα ακολουθείται διαφορετική προσέγγιση. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως ένα ίδρυμα μπορεί να διαθέτει Gigabit Ethernet κάποιο άλλο fast Ethernet κ.ο.κ Η λύση αυτή μοιάζει να απειλείται από την επέλαση του Gigabit Ethernet το οποίο θέλει να κατακτήσει τον συγκεκριμένο χώρο. Γενικά όποια από τις δύο τεχνολογίες καταφέρει να υπερισχύσει στο δίκτυο κορμού πανεπιστημιακών και ερευνητικών χώρων θα μπορεί να μιλάει για μια πρώτη νίκη έναντι της αντιπάλου τεχνολογίας. Όμως σίγουρο είναι πως το τοπίο δεν θα ξεκαθαρίσει τόσο εύκολα.



Σχήμα 7.3-2: **ATM backbone σε campus networks**

Τέλος, παρουσιάζεται ένα μοντέλο με Gigabit Ethernet στο backbone και πρόσβαση σε ένα ATM δίκτυο ευρείας ζώνης. Είναι το μοντέλο που για πολλούς θα είναι αυτό που θα επικρατήσει τα αμέσως επόμενα χρόνια.



Σχήμα 7.3-3: **Gigabit Ethernet backbone με ATM στο WAN**

Γενικά, δεν υπάρχουν χρυσοί κανόνες και μέθοδοι που να δείχνουν που πρέπει να επιλεγεί η λύση του ATM και που του Gigabit Ethernet. Πάντως είναι γεγονός πως η προέλευση των δύο αυτών τεχνολογιών παίζει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των χαρακτηριστικών τους και κατ'επέκταση προαποφασίζει σε μεγάλο βαθμό σε ποιά περιβάλλοντα θα χρησιμοποιηθούν. Έτσι, για το ATM που προέρχεται από τους κρατικούς οργανισμούς τηλεπικοινωνιών (και δεν είναι απίθανο να επιστρέψει τελικά σε αυτούς) καλό θα ήταν να χρησιμοποιηθεί όταν:

- Απαιτείται μία υποδομή για μετάδοση ήχου, δεδομένων και video
- Χρειάζεται ανθεκτικότητα σε λάθη του δευτέρου επιπέδου και καταμερισμός φορτίου στο δίκτυο και
- Όταν είναι ανάγκη να υπάρχει αποτελεσματική μεταγωγή ανάμεσα σε LAN/MAN/WAN δίκτυα.

Αντίθετα το Gigabit Ethernet που απευθύνεται σε εφαρμογές γραφείου καλό θα ήταν να χρησιμοποιηθεί όταν :

- Η απλότητα και το κόστος παίζουν πρωτεύοντα ρόλο.
- Όταν πρωτόκολλα όπως το RSVP και το 802.1p είναι επαρκή για δεδομένα που θεωρούνται ευαίσθητα σε χρονικές καθυστερήσεις και
- Όταν είναι ιδιαίτερα σημαντική η χωρίς προβλήματα διασύνδεση με τους προσωπικούς υπολογιστές που έχουν πρόσβαση στο δίκτυο.

6.4 Η ελληνική πραγματικότητα και το μέλλον.

Η ελληνική αγορά αποτελεί αυτή την στιγμή ένα περιβάλλον με πολλές ιδιαιτερότητες και είναι εξαιρετικά επιφόβο να προβλεφθεί ποιά από τις δύο τεχνολογίες θα επικρατήσει τελικά στον ελλαδικό χώρο.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό της ελληνικής πραγματικότητας είναι τα απότομα τεχνολογικά άλματα που κάνει κατά καιρούς με αποτέλεσμα να μην παρακολουθεί όλα τα στάδια της εξέλιξης των διάφορων τεχνολογιών. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι θετικό για πολλές επιχειρήσεις και οργανισμούς αφού δεν χρειάζεται να ξοδεύουν συνεχώς κονδύλια για ανανέωση της υποδομής και του δικτυακού εξοπλισμού τους. Από την πλευρά όμως των μηχανικών και επιστημόνων οι επιδράσεις αυτού του φαινομένου είναι αρνητικές αφού δεν είναι δυνατό να παρακολουθηθεί η πορεία κάποιας τεχνολογίας και να ωριμάσει στην συνείδησή τους.

Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό είναι οι αστάθμητοι παράγοντες που στην Ελλάδα επηρεάζουν σε πολύ μεγάλο βαθμό τεχνολογικές αποφάσεις και εξελίξεις. Δεν είναι σίγουρο πως η επιλογή δικτυακών τεχνολογιών γίνεται πάντα με γνώμονα της ανάγκης και τις οικονομικές δυνατότητες του ελληνικού κράτους. Έτσι αν, για παράδειγμα, στα πλαίσια κάποιου εξοπλιστικού προγράμματος του στρατού επιλεγεί η εγκατάσταση και η χρήση ενός ATM δικτύου τότε η τεχνολογία αυτή αυτομάτως αποκτά προβάδισμα, αφού ο στρατός αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα περιβάλλοντα δοκιμής νέων τεχνολογιών και επηρεάζει τις αποφάσεις των δημοσίων οργανισμών. Το ίδιο θα συνέβαινε αν κάποια ανάλογη

απόφαση λάμβανε κάποιο μεγάλο πανεπιστημιακό ίδρυμα όπως το Ε.Μ.Π , το Α.Π.Θ ή το Π.Π . Πρέπει λοιπόν οι δύο τεχνολογίες πρώτα να κατακτήσουν τα περιβάλλοντα που αναφέρθηκαν και μετά να επεκταθούν στην ευρύτερη ελληνική αγορά.

Επιπλέον, είναι σαφές πως στην Ελλάδα σήμερα, ίσως να μην είναι ακόμα αναγκαίες οι δύο αυτές τεχνολογίες. Το στοιχείο αυτό υπαγορεύεται από την έλλειψη απαιτητικών, δικτυακά, εφαρμογών που να προσαρμόζονται στα ελληνικά δεδομένα και από τις όχι και τόσο ευοίωνες προβλέψεις για την αύξηση του αριθμού των χρηστών Internet στην Ελλάδα. Άλλωστε τα ήδη υπάρχοντα δίκτυα κορμού πολλών πανεπιστημιακών ιδρυμάτων σπάνια χρησιμοποιούνται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10-15% κατά μέσο όρο, γεγονός που φανερώνει την μη επιτακτική ανάγκη για μετάβαση σε άλλες δικτυακές τεχνολογίες. Το στοιχείο αυτό αν συνδιαστεί με τα μεγάλα τεχνολογικά άλματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως φανερώνει τον κίνδυνο κάποια από τις δύο αυτές τεχνολογίες να μην προλάβει να ωριμάσει και να αναπτυχθεί στην Ελλάδα.

Σχετικά με την σημερινή κατάσταση καμμία από τις δύο τεχνολογίες δεν έχει δοκιμαστεί πλήρως σε ελληνικό περιβάλλον. ATM δίκτυα υπάρχουν λίγα και μόνο από ιδιωτικές εταιρείες που ενοικιάζουν υποδομή του Ο.Τ.Ε προκειμένου να υλοποιήσουν τα δικά τους δίκτυα. Σε πανεπιστημιακό επίπεδο δεν υπάρχει αυτή την στιγμή δίκτυο κορμού σε ATM. Ο Ο.Τ.Ε έχει εξαγγείλει πως την 1/1/2000 θα υπάρχει δημόσιο ATM δίκτυο στην Ελλάδα με σημεία πρόσβασης σε όλες τις μεγάλες επαρχιακές πόλεις. Το ζητούμενο είναι αν θα υπάρξουν οργανισμοί που θα τοποθετήσουν χρήματα σε αλλαγή εξοπλισμού και υποδομής για να εκμεταλλευτούν την δυνατότητα που τους προσφέρει ο Ο.Τ.Ε .

Το Gigabit Ethernet δεν έχει πολλά σημεία παρουσίας στον ελληνικό χώρο. Αξιολογότερη προσπάθεια είναι αυτή του Ε.Μ.Π, το οποίο επέλεξε την συγκεκριμένη τεχνολογία για να αναβαθμίσει το δίκτυο κορμού του. Υπήρξαν βέβαια αρκετά προβλήματα , με κυριώτερο την μη ικανοποιητική αντιμετώπιση των πολλών VLAN's που υπάρχουν σε ένα τόσο ετερογενές περιβάλλον, όμως ίσως αυτή η επιλογή να δίνει ένα ελαφρό προβάδισμα στην συγκεκριμένη τεχνολογία.

Για το άμεσο μέλλον προβλέψεις δεν είναι εύκολο να γίνουν. Είναι γεγονός πως το ποσοστό που κατέχει η τεχνολογία Ethernet στην ελληνική αγορά ξεπερνά το 80% που ισχύει για τον διεθνή χώρο. Το στοιχείο αυτό από μόνο του ίσως να δείχνει μία κατεύθυνση. Από την άλλη ξένες εταιρείες που θα προσφέρουν δίκτυα κορμού και υπηρεσίες και στον ελληνικό χώρο, μετά την απελευθέρωση της σταθερής τηλεφωνίας, είναι πιθανό να προωθήσουν την ATM τεχνολογία αφού θα εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες τους για συνδιασμένη μετάδοση δεδομένων και ήχου. Τέλος, δεν είναι καθόλου σίγουρο κατά πόσο θα χρειαστούμε στην Ελλάδα τις δύο αυτές τεχνολογίες με βάση την έως τώρα δικτυακή πολιτική και δραστηριότητά μας.

Το πιθανότερο πάντως σενάριο είναι πως η Ελλάδα δύσκολα θα ξεφύγει από το άρμα της Ethernet τεχνολογίας αφού κάτι τέτοιο θα απαιτούσε μεγάλη επένδυση σε υποδομή και δικτυακές συσκευές καθώς και επανεκπαίδευση όλου του προσωπικού που ασχολείται με την διαχείριση δικτύου. Κάτι τέτοιο μοιάζει απίθανο για την ελληνική πραγματικότητα που δεν έχει συνηθίσει σε μεγάλου

ύψους επενδύσεις σε έργα πληροφορικής. Ετσι, ίσως το Gigabit Ethernet, τουλάχιστον στην Ελλάδα, να κατακτήσει μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς από ότι το ATM.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δίκτυα Υπολογιστών Andrew S. Tanenbaum Τρίτη έκδοση
- <http://ru6.cti.gr/bouras/ergasies.php>
- www.webopedia.com/TERM/G/Gigabit_Ethernet.html
- www.cisco.com/warp/public/cc/techno/media/lan/gig/tech/gigbt_tc.htm
- www.ethermanage.com/ethernet/gigabit.html
- www.gigabitsolution.com/index.asp
- www.ntua.gr