

LAST MILE NETWORKING

Last Mile Networking
Χατζηελευθερίου Γεώργιος
Δ.Π.Μ.Σ. Στα Πληροφοριακά
Συστήματα
21-1-2008

Τι είναι Last Mile Networking;

2

- Networking = Διαδικτύωση
- Last Mile = Τελευταίο μίλι
- Συνώνυμα
 - Last Kilometer (Χώρες με διαφορετική μονάδα μέτρησης των αποστάσεων)
 - First Mile (Συνήθως το τελευταίο είναι το πρώτο από την ανάποδη!)

Networking - Διαδικτύωση

3

- Ο κλάδος που ασχολείται με την επικοινωνία ηλεκτρονικών υπολογιστών και άλλων συσκευών
- Θεωρείται υποκλάδος άλλων επιστημονικών κλάδων
 - Τηλεπικοινωνίες – Telecommunications
 - Επιστήμη των Υπολογιστών – Computer Science
 - Πληροφορική – Information Technology
 - Μηχανική Η/Υ - Computer Engineering

Last Mile

4

- Metric System

- Last Kilometre

- Imperial System

- Last Mile

- First Mile

- ✦ Το τελευταίο χιλιόμετρο από το δίκτυο στο χρήστη είναι το πρώτο χιλιόμετρο από το χρήστη προς το δίκτυο

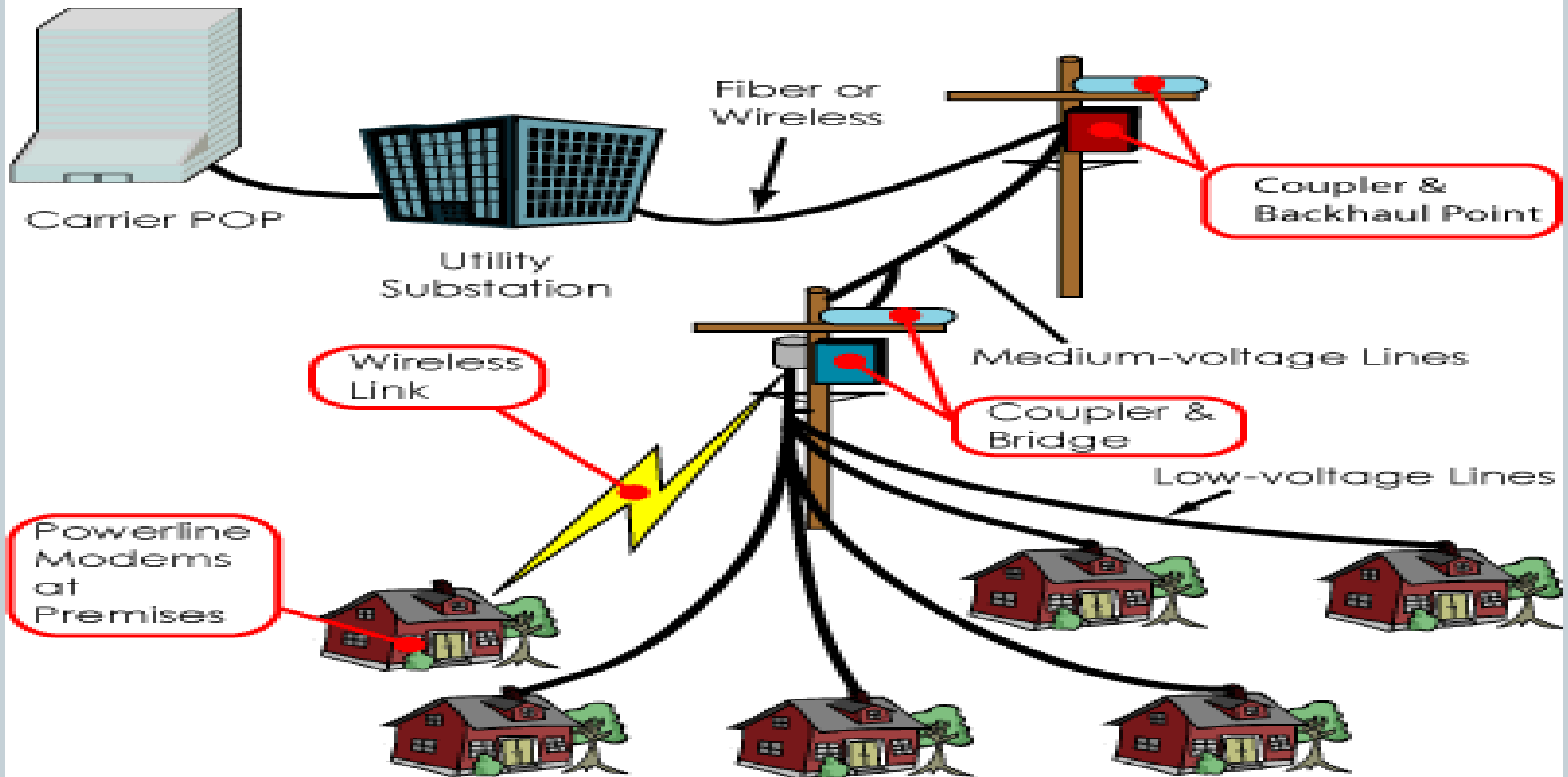
Ποιο είναι το πρόβλημα

5

- Το πρόβλημα που αφορά την διανομή του δικτύου στους τελικούς χρήστες για broadband υπηρεσίες
- Επειδή οι τελικές χρήστες συγκεντρώνονται στο τέλος της γραμμής του δικτύου, λέμε ότι το πρόβλημα αφορά το Last Mile Networking

Last Mile

6



©2004 HowStuffWorks

Ευρυζωνικότητα

7

- Ευρυζωνικότητα = Broadband
 - Διαφορετικές έννοιες με βάση το πλαίσιο στο οποίο χρησιμοποιείται
- Έχει ταυτιστεί με την αύξηση της ταχύτητας των δικτύων, δηλαδή με τη χρήση ευρυζωνικών υπηρεσιών.

Ευρυζωνικότητα

8

- Τηλεπικοινωνίες – Telecommunications
 - Μέθοδος δημιουργίας σημάτων (signaling method) που μπορούν να περιέχουν ή να διαχειρίζονται ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων, τα οποία μπορούν να διαιρούνται σε κανάλια ή σε ομάδες συχνοτήτων (frequency bins)

Ευρυζωνικότητα

9

- Μεταφορά δεδομένων – Data communications
 - Χρησιμοποιείται με μια πιο τεχνική έννοια
 - ✦ Πολλαπλά τμήματα δεδομένων μεταφέρονται ταυτόχρονα ώστε να αυξηθεί ο ρυθμός αποτελεσματικότητας (effective rate) της μεταφοράς, άσχετα με τον πραγματικό ρυθμό μεταφοράς (actual data signaling rate - DSR)

Ευρυζωνικότητα

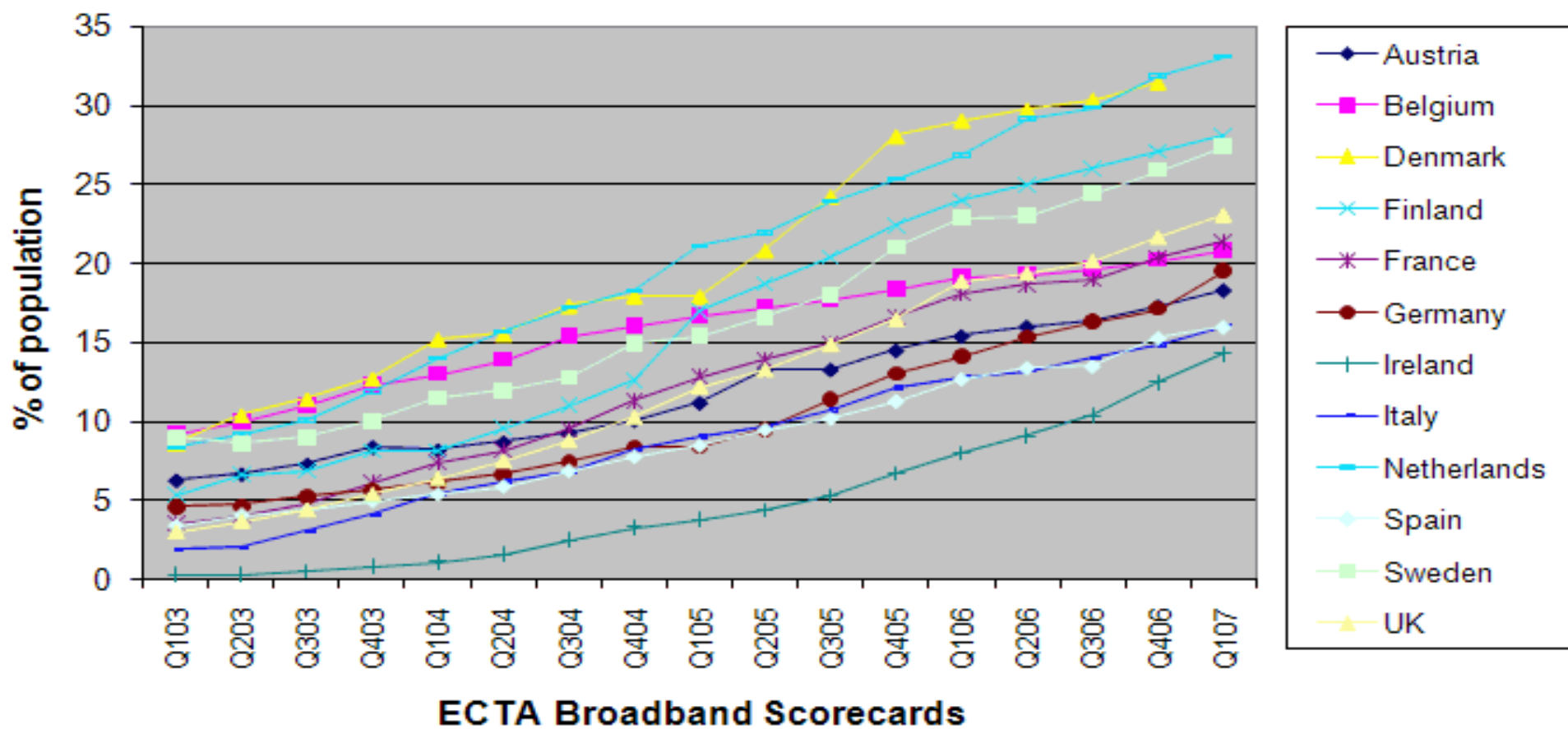
10

- Μηχανική Δικτύων – Network Engineering
 - Σε αυτό τον κλάδο ο όρος χρησιμοποιείται για να αναφερθούμε σε μεθόδους όπου δύο ή περισσότερα σήματα διαμοιράζονται κάποιο μέσο μεταφοράς δεδομένων

Ευρυζωνικότητα

11

Evolution of broadband penetration rates from Q103 to Q107
ECTA European Countries



Ευρυζωνικότητα - DSL

12

- DSL = Digital Subscriber Line
 - Είναι μία οικογένεια τεχνολογιών που παρέχουν ψηφιακή μεταφορά δεδομένων υψηλής ταχύτητας μέσω των καλωδίων ενός τοπικού τηλεφωνικού δικτύου

Ευρυζωνικότητα - DSL

13

- Διάφορες μορφές της DSL τεχνολογίας
 - Η πιο διαδεδομένη είναι η ADSL (Assymmetric DSL)
 - SDSL – Symmetric DSL
 - HDSL – High Data Rate DSL
 - IDSL – ISDN DSL
 - RADSL – Rate Adaptive DSL
 - VDSL – Very High Speed DSL

Ευρυζωνικότητα - DSL

14

- Οι διάφορες υπηρεσίες των τεχνολογιών DSL θεωρούνται ευρυζωνικές με την έννοια ότι η ψηφιακή πληροφορία μεταφέρεται σε ένα κανάλι υψηλού εύρους ζώνης (bandwidth) αν και στην πράξη κυκλοφορεί μέσα σε ένα απλό τηλεφωνικό ζευγος καλωδίων

Αιτίες του προβλήματος

15

- Σύγχρονες ανάγκες
 - Σπίτια και επιχειρήσεις ολοένα και αυξάνουν τη ζήτησή τους για πληροφορίες
- Μεταφορά δεδομένων
 - Οικονομική
 - Γρήγορη
 - Μεγάλη σε όγκο
 - Υψηλή σε ποιότητα – μη απώλεια δεδομένων

Αιτίες του προβλήματος

16

- Διαδίκτυο – Internet
 - Εκατομμύρια τελικοί χρήστες δικτύων απαιτούν γρήγορη, οικονομική και αξιόπιστη πρόσβαση σε εκατομμύρια τοποθεσίες σε κάθε γωνιά του κόσμου
- Πολλά συστήματα και δίκτυα αποδείχτηκαν ανίκανα να ανταπεξέλθουν στις προσδοκίες και να λύσουν το “The Last Mile Problem”

Συστήματα μετάδοσης δεδομένων

17

- Ουσιαστικά, έχουμε να κάνουμε με συστήματα τα οποία μεταφέρουν ένα μεγάλο πλήθος δεδομένων σε ένα επίσης μεγάλο πλήθος ευρέως διεσπαρμένων τελικών χρηστών (end – users)

Συστήματα μετάδοσης δεδομένων

18

- Τα συστήματα μεταφοράς δεδομένων μπορούν να παρομοιαστούν με άλλα συστήματα μεταφοράς
- Σε αυτά τα συστήματα αν και τελείως διαφορετικά ως προς το περιεχόμενο μεταφοράς τους, μπορούμε να εντοπίσουμε κοινά προβλήματα και ίσως κοινούς ως προς τη φιλοσοφία τρόπους αντιμετώπισης.

Άλλα Συστήματα Μεταφοράς

19

- Ανθρώπινο κυκλοφορικό σύστημα
 - Το αίμα μεταφέρεται μέσα από ένα τεράστιο δίκτυο αρτηριών, φλεβών και αγγείων σε εκατομμύρια κύτταρα σε όλο το ανθρώπινο σώμα
- Σύστημα ύδρευσης
 - Το νερό μεταφέρεται μέσα από ένα τεράστιο δίκτυο μικρών και μεγάλων σωληνών σε χιλιάδες ανεξάρτητες μικρες και μεγαλύτερες μονάδες

Άλλα συστήματα μεταφοράς

20

- Σύστημα ύδρευσης
 - Το νερό μεταφέρεται μέσα από ένα τεράστιο δίκτυο αγωγών και σωληνών σε χιλιάδες ανεξάρτητες μονάδες (μικρές και μεγάλες) τελείως γεωγραφικά απομακρυσμένες πολλές φορές μεταξύ τους

Ομοιότητες

21

- Όλα τα παραπάνω συστήματα αποτελούνται «μεταφορικά» από μικρούς «μεταφορείς» οι οποίοι κάθε φορά κρατούν ένα μικρό κομμάτι της μεταφερόμενης πληροφορίας
- Οι «μεταφορείς» αυτοί συνεργάζονται καθώς η πληροφορία ρέει μέσα στο σύστημα
- Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η μεταφορά των πόρων σε μεγάλο πλήθος απομακρυσμένων μεταξύ τους υποδοχέων.

Απαιτήσεις

22

- Πότε η μεταφορά της πληροφορίας κρίνεται ως αποτελεσματική;
- Πολλές διαφορετικές θεωρίες
- Βασικό για την αντιμετώπιση στο σύνολο του “The Last Mile Problem”

Απαιτήσεις

23

- Θεώρημα Shannon – Hartley
 - Ο μέγιστος ρυθμός πληροφορίας ενός καναλιού καθορίζεται από το συνδυασμό του εύρους ζώνης (bandwidth) και του κλάσματος του σήματος προς το θόρυβο (signal-to-noise-ratio)

Θεώρημα Shannon - Hartley

24

- Το γινόμενο του μέσου ρυθμού μεταφοράς της πληροφορίας και του χρόνου μεταφοράς μας δίνουν το σύνολο της μεταφερόμενης πληροφορίας.
- $\text{Total information} = \text{Average rate} * \text{time}$

Θεώρημα Shannon - Hartley

25

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

Θεώρημα Shannon - Hartley

26

- Ουσιαστικά, η μεταφορά της πληροφορίας έχει να κάνει με τη μεταφορά μιας μορφής ενέργειας
- Άρα από οικονομική άποψη μπορούμε να δούμε την μεταφορά δεδομένων ως μεταφορά ενέργειας

Απαιτήσεις

27

- Η αποτελεσματική μεταφορά της πληροφορίας οσον αφορά το Last Mile εξαρτάται απο συγκεκριμένους παράγοντες
- Οι περισσότεροι από αυτούς απορρέουν από την εξίσωση Shannon – Hartley.

Απαιτήσεις

28

- Η ισχύς του σήματος αποστολής της πληροφορίας – deliver signal power
 - Για να έχω μία αποτελεσματική μεταφορά δεδομένων , το δίκτυό μου θα πρέπει να έχει μία επαρκή ισχύς σήματος
 - Η επάρκεια του σήματος καθορίζεται απο τις ανάγκες της εκάστοτε περίπτωσης

Απαιτήσεις

29

- Απώλειες – Loss
 - Εννοούμε τις απώλειες σε ενέργεια κατά την μετατροπή αυτής σε διαφορες μη χρήσιμες μορφές της (π.χ. θερμότητα) κατά τη μεταφορά της πληροφορίας
 - Μεταφορά δεδομένων – Μεταφορά πληροφορίας
 - Packet Loss

Απαιτήσεις

30

- Υποστήριξη μεγάλου εύρους ζώνης μεταφοράς – wide transmission bandwidth
 - Το εύρος ζώνης είναι η διαφορά μεταξύ της μικρότερης και της μεγαλύτερης τιμής των συχνοτήτων
 - Άρα όσο μεγαλύτερο είναι, τόσο μεγαλύτερο το εύρος των συχνοτήτων το οποίο είναι διαθέσιμο σε εμάς

Απαιτήσεις

31

- Το κλάσμα σήμα-προς-θόρυβο (signal-to-noise ratio – SNR)
 - Φυσικά, επιθυμούμε όσο το δυνατόν μικρότερο θόρυβο N .
 - Επομένως, όσο το δυνατόν μικρότερο το κλάσμα σήματος και θορύβου

Απαιτήσεις

32

- Προσφορά ατομικής ανεξάρτητης συνδεσιμότητας σε κάθε τελικό χρήστη – nomadic connectivity
 - Φυσικά, δεν επαρκεί μόνο η συνδεσιμότητα του τελικού χρήστη αν δεν συνοδεύεται από επιπλέον ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως η ταχύτητα

Απαιτήσεις

33

- Ανεξάρτητα από την εξίσωση των Shannon – Hartley κάθε προσπάθεια επίλυσης του “Last Mile Problem” θα πρέπει να ικανοποιεί μια σειρά συνθηκών αφορούμενων αποκλειστικά τον τελικό χρήστη

Απαιτήσεις

34

- Κατ' αρχήν σε κάθε τελικό χρήστη θα πρέπει να παρέχεται σύνδεση στο δίκτυο δύο βασικά χαρακτηριστικά:
 - Υψηλή διαθεσιμότητα του δικτύου οποιαδήποτε στιγμή
 - Μεγάλη αξιοπιστία μεταφοράς των δεδομένων μέσω της συγκεκριμένης σύνδεσης

Απαιτήσεις

35

- Μία άλλη σημαντική παράμετρος για τον τελικό χρήστη σε σχέση με την σύνδεση είναι ο μικρός χρόνος απόκρισης (low latency)
- Ως χρόνος απόκρισης ορίζεται το διάστημα του χρόνου που μεσολάβει μεταξύ της κλήσης του συστήματος (σύνδεσης) από το χρήστη και της επιτυχούς ανταπόκρισης από αυτό

Απαιτήσεις

36

- Κάθε τελικός χρήστης θα πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιήσει υψηλή χωρητικότητα απο το δίκτυο
 - Οι διάδρομοι – μεταφορείς που παρέχουν τη συνδεσιμότητα σε ένα μεγάλο πλήθος τελικών χρηστών θα πρέπει να ανταποκρίνονται το ίδιο αποδοτικά για κάθε μεμονωμένο αποδέκτη

Απαιτήσεις

37

- Όλα τα παραπάνω, θα πρέπει να παρέχονται σε μια όσο το δυνατόν πιο οικονομική τιμή στον τελικό χρήστη
- Επιπλέον, είναι πολλές φορές αναγκαία η αποδοτική μεταφορά πληροφορίας και προς τις δύο κατευθύνσεις (download , upload)

Υπάρχουσες τεχνολογίες

38

- Ενσύρματα συστήματα (Wired Systems)
 - Χρήση καλωδίων ή άλλων παρόμοιων υλικών για την διαμοίραση της χωρητικότητας του δικτύου στους τελικούς χρήστες.
 - Πιο δημοφιλής τεχνολογία αλλά με σημαντικά μειονεκτήματα

Υπάρχουσες τεχνολογίες

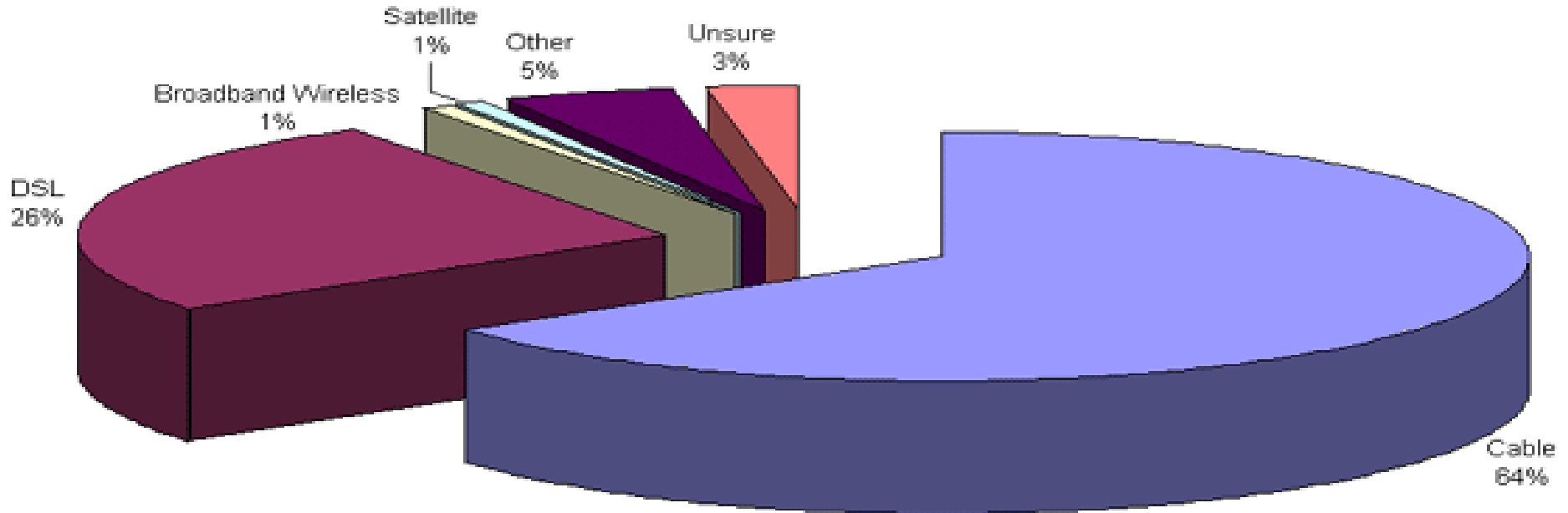
39

- Ασύρματα συστήματα (Wireless systems)
 - Σε αντίθεση με τις ενσύρματες τεχνολογίες, τα ασύρματα συστήματα χρησιμοποιούν διάφορες μορφές ραδιοκυμάτων για να διαμοιράσουν τα δεδομένα του δικτύου στους τελικούς χρήστες.
 - Αναδυόμενη τεχνολογία με πολλά πλεονεκτήματα
 - Στο μέλλον θεωρείται βέβαιη η επικράτησή της

Υπάρχουσες Τεχνολογίες

40

Percentage Breakdown of Broadband Access Technologies among U.S. Broadband Households (n=3,369)



Source: *Unlicensed Broadband Wireless: Solutions and Applications*
© 2003 Parks Associates

Ενσύρματα Συστήματα

41

- Πλεονεκτήματα
 - Βασικό πλεονέκτημα είναι το χαμηλό κόστος
 - Γενικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την ιδιότητα των ενσύρματων συστημάτων ως επικρατούσας τεχνολογίας

Ενσύρματα Συστήματα

42

- **Μειονεκτήματα**
 - Τα ενσύρματα συστήματα έχουν απώλειες (losses) οι οποίες αυξάνουν ανάλογα με το μήκος του δικτύου
 - Χωρίς τρόπους αντιμετώπισης αυτών των απωλειών τα ενσύρματα συστήματα δεν μπορεί να είναι αποτελεσματικά και αποδοτικά

Ενσύρματα Συστήματα

43

- Τρόποι αντιμετώπισης μειονεκτημάτων
 - Όλα τα ενσύρματα συστήματα έχουν κάποιο μορφή προστασίας από εξωτερικές πηγές θορύβων
 - Ανα συγκεκριμένα μήκη δικτύου, υπάρχει περιοδική ενίσχυση του μεταδιδόμενου σήματος για την αύξηση της αξιοπιστίας της μεταδιδόμενης πληροφορίας

Ενσύρματα Συστήματα

44

- Υπάρχουσες τεχνολογίες
 - Τοπικά Δίκτυα (Local Area Networks)
 - ✦ Ethernet
 - ✦ Διάφορες μορφές της συγκεκριμένης τεχνολογίας
 - Καλωδιακά συστήματα (Coaxial Cable Systems)
 - ✦ Χρήση ομοαξονικού καλωδίου
 - ✦ Καλωδιακή τηλεόραση (Cable TV)
 - ✦ HFC
 - Οπτική ίνα (Fiber Optic)
 - ✦ FTTx
 - ✦ Gigabit Ethernet

Ethernet

45

- Διαδεδομένη τεχνολογία δικτύου
- Πολλές διαφορετικές μορφές με διαφορετικά ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά για την κάθε μία
- Παρόμοιος τρόπος λειτουργίας για όλη την οικογένεια των τεχνολογιών

Ethernet

46

- Επινοήθηκε στο ερευνητικό κέντρο του Palo Alto της Xerox Corporation στις αρχές της δεκαετίας του 1970
- Συνεργασία των εταιριών Digital Equipment, Intel Corporation και Xerox
 - Πρότυπο DIX Ethernet

Ethernet

47

- Σήμερα υπεύθυνος οργανισμός για την διαχείριση του προτύπου του Ethernet είναι το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE – Institute for Electrical and Electronic Engineering).

Πρότυπο Ethernet

48

- Αν και όπως έχουμε αναφέρει προηγουμένως, οι διαφορές τεχνολογίες Ethernet δεν ομοιάζουν ως προς αρκετά ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά, εντούτοις έχει αναπτυχθεί ένα κοινό πρότυπο με το οποίο πρέπει να συμβιβάζονται όλες.
- Το πρότυπο αυτό ονομάζεται IEEE 802.3

Ethernet

49

- Στην αρχική έκδοση ένα τοπικό δίκτυο Ethernet είχε ένα απλό ομοαξονικό καλώδιο που ονομαζόταν αιθέρας (ether).
- Πολλοί μηχανικοί αναφερόταν στο ομοαξονικό καλώδιου του Ethernet με τον όρο τμήμα (segment).

Ethernet

50

- Το όνομα του καλωδίου και άρα και της συγκεκριμένης τεχνολογίας προερχόταν από τον φωτοφόρο αιθέρα, μια ουσία που θεωρούνταν παλαιότερα ότι καταλάμβανε κάθε σημείο του χώρου.

Χρήση Ethernet

51

- Σήμερα τα τοπικά δίκτυα Ethernet είναι ο πιο διαδεδομένος ενσύρματος τρόπος διανομής των πόρων ευρυζωνικών δικτύων στους τελικούς χρήστες
- Σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζουν η ευκολία στη χρήση τους και το χαμηλό κόστος.

Ethernet

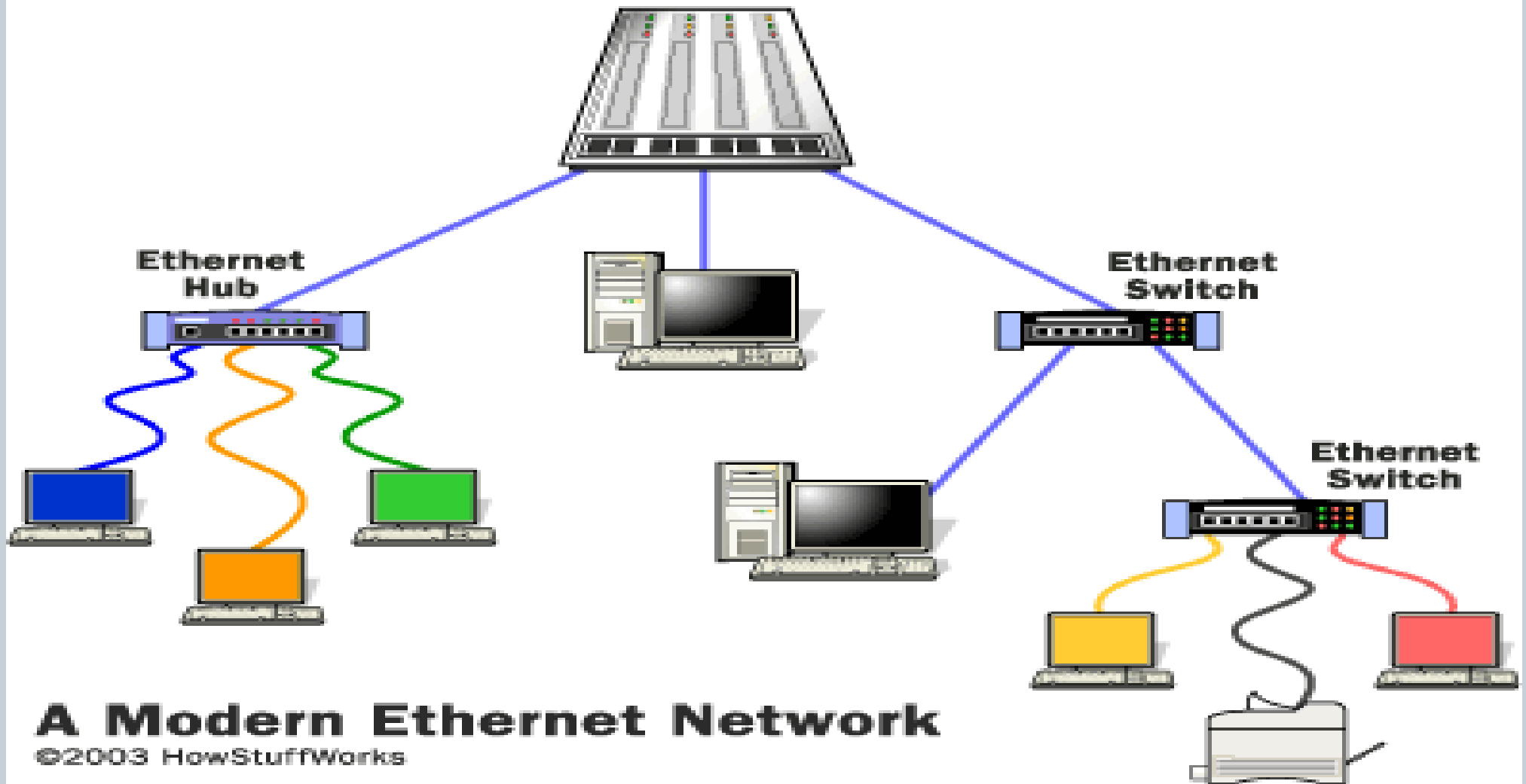
52

- Στα πρώτα χρόνια ζωής του Ethernet το ομοαξονικό καλώδιο αποτελούσε το φυσικό μέσο διασύνδεσης των χρηστών
- Πλέον, ανάλογα με την κατηγορία της τεχνολογίας του Ethernet αυτό ποικίλει αν και συνήθως το συνεστραμένο ζεύγος καλωδίων χαλκού επικρατεί.

Ethernet

53

BACKBONE ETHERNET SWITCH



A Modern Ethernet Network

©2003 HowStuffWorks

Ethernet

54

- Ορισμένες τεχνολογίες Ethernet χρησιμοποιούν απευθείας διασύνδεση μέσω οπτικών ινών
- Αυτή η κατηγορία θα εξεταστεί ξεχωριστά ως τεχνολογία διασύνδεσης τελικών χρηστών στο Last Mile με τη χρήση οπτικών ινών

Κατηγορίες Ethernet

55

- Παραδοσιακό Ethernet (Traditional Ethernet)
- Bridged (Switched) Ethernet
- Fast Ethernet
- Gigabit Ethernet
 - Χρήση οπτικών ινών
 - Θα εξεταστεί στην ενότητα των οπτικών ινών

Traditional Ethernet

56

- Παραδοσιακό Ethernet
 - Thick Ethernet – 10Base5
 - Thin Ethernet – 10Base2
 - Twisted-pair Ethernet – 10Base – T
- Διαφορετικά ποιοτικά χαρακτηριστικά και διαφορετική απόδοση και αποτελεσματικότητα

Thick Ethernet

57

- Το επίσημο όνομα είναι 10Base5.
- Αποτελεί πρότυπο με την ονομασία IEEE 802.3
- Είναι η πρώτη επίσημη οικογένεια τεχνολογιών Ethernet
- Το προσωνύμιο (nickname) thick προέρχεται από το πάχος του καλωδίου

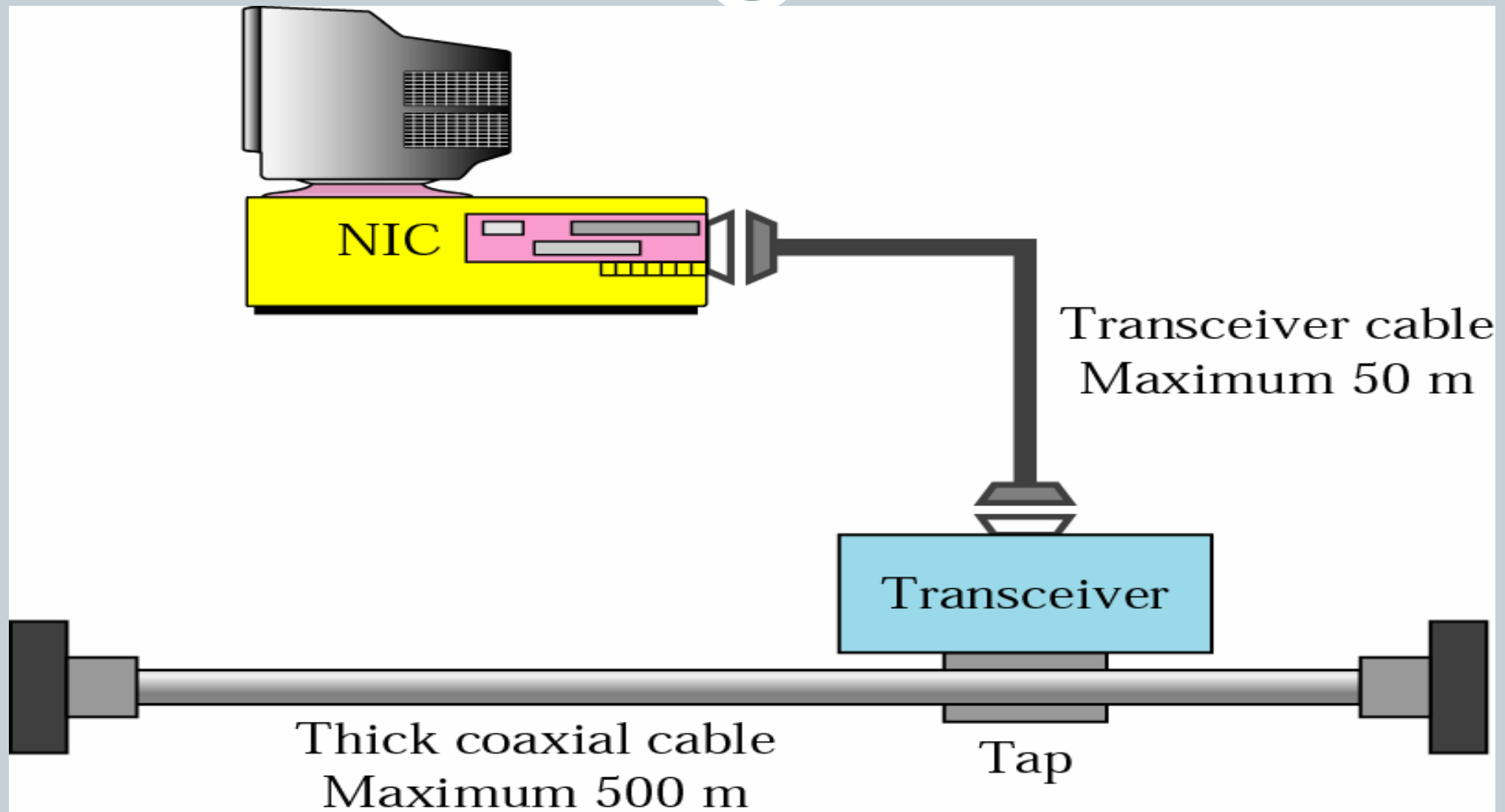
Thick Ethernet

58

- Η τεχνολογία του Thick Ethernet χρησιμοποιεί την τοπολογία του διαύλου (bus) με έναν εξωτερικό πομποδέκτη ο οποίος είναι συνδεδεμένος σε ένα παχύ ομοαξονικό καλώδιο το οποίο αποτελεί και το φυσικό μέσο διάσύνδεσης των τελικών χρηστών.

Thick Ethernet

59



Thick Ethernet

60

- Η μέγιστη ταχύτητα για κάθε τελικό χρήστη μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 10 Mbps
- Το μέγιστο μήκος φτάνει μέχρι και τα 500 μέτρα

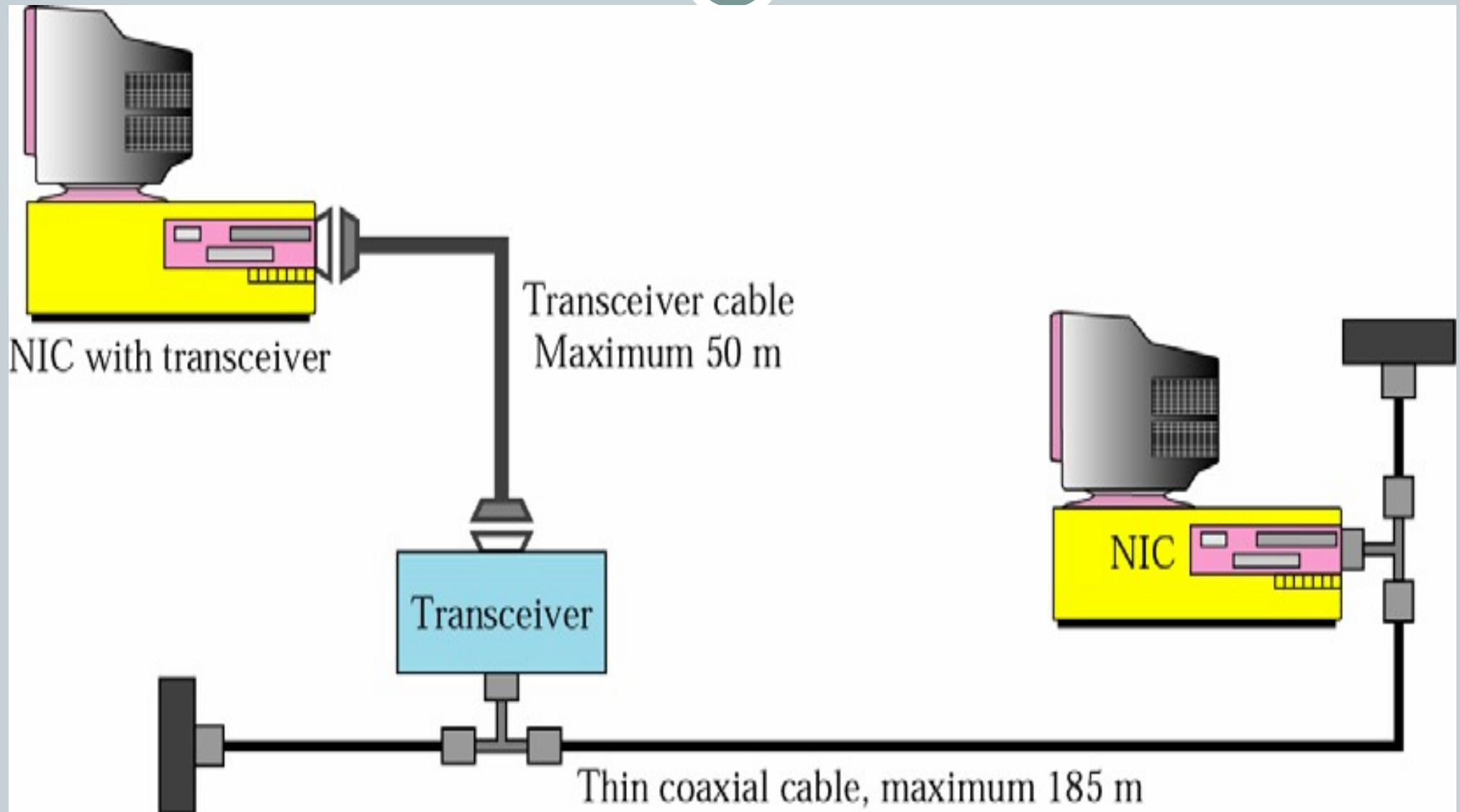
Thin Ethernet

61

- Το επίσημο όνομα είναι 10Base2.
- Επίσης χρησιμοποιείται και το όνομα Cheapernet
- Αποτελεί πρότυπο με την ονομασία IEEE 802.3a
- Χρησιμοποιεί τεχνολογία διαύλου (bus) με έναν εσωτερικό πομποδεκτη ή συνδέσεις σημείο-πρός-σημείο με έναν εξωτερικό πομποδέκτη
- Το φυσικό μέσο διασύνδεσης είναι ένα ομοαξονικό καλώδιο

Thin Ethernet

62



Thin Ethernet

63

- Η μέγιστη ταχύτητα για κάθε τελικό χρήστη μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 10 Mbps
- Το μέγιστο μήκος φτάνει μέχρι και τα 185 μέτρα

Twisted-Pair Ethernet

64

- Το επίσημο όνομα είναι 10Base - T.
- Αποτελεί πρότυπο με την ονομασία IEEE 802.3i
- Είναι η πιο δημοφιλής οικογένεια τεχνολογιών Ethernet και αυτή που έχει επικρατήσει στους περισσότερους χρήστες

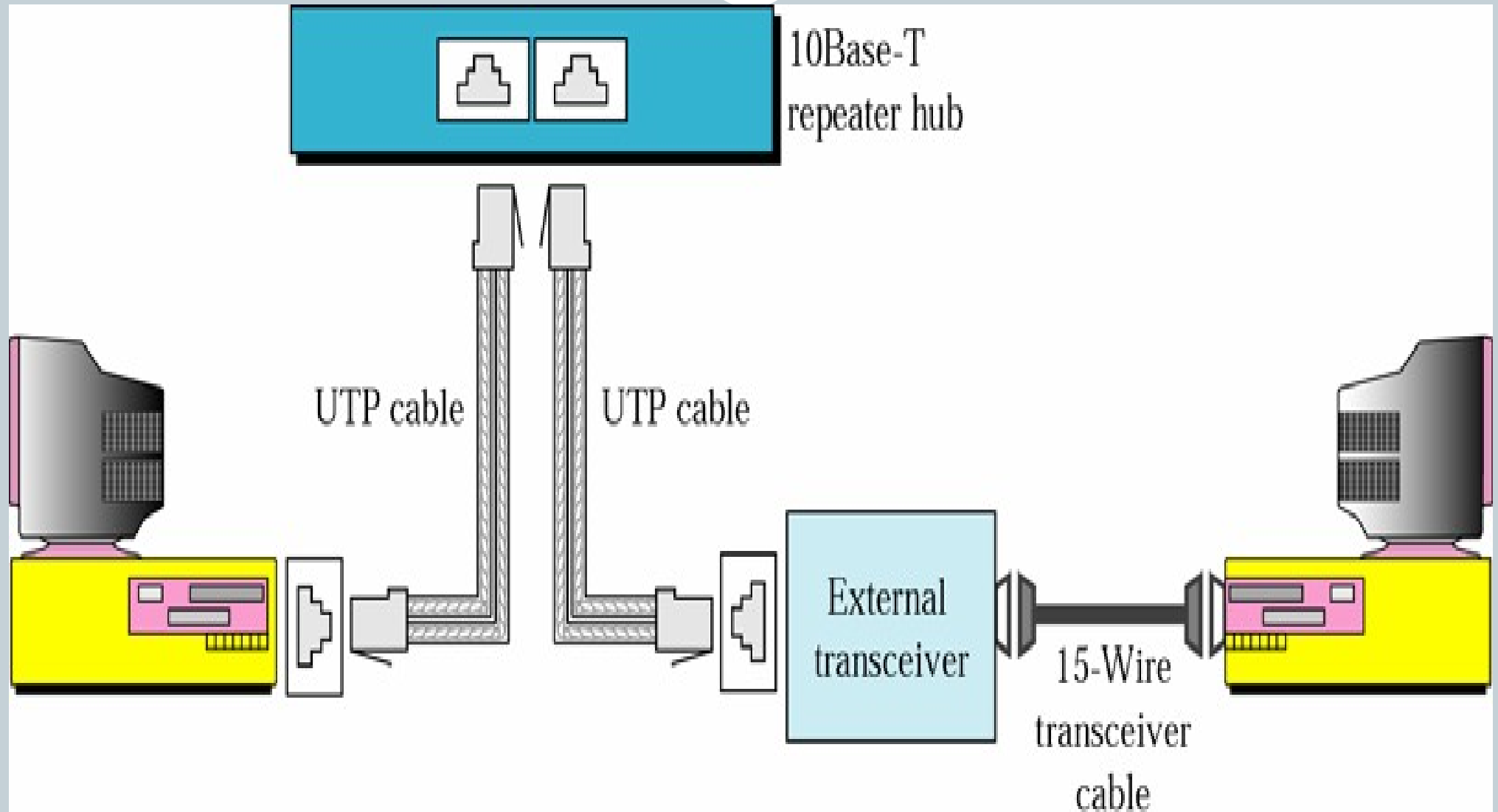
Twisted-Pair Ethernet

65

- Το Twisted-Pair Ethernet χρησιμοποιεί φυσική τοπολογία αστέρα (star)
- Οι σταθμοί συνδέονται σε ένα κεντρικό κόμβο (hub) με ένα εσωτερικό ή εξωτερικό πομποδέκτη.
- Το φυσικό μέσο διασύνδεσης είναι ένα συνεστραμένο ζεύγος καλωδίων

Twisted-Pair Ethernet

66



Twisted-Pair Ethernet

67

- Η μέγιστη ταχύτητα για κάθε τελικό χρήστη μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 10 Mbps
- Το μέγιστο μήκος φτάνει μέχρι και τα 100 μέτρα

Bridged Ethernet

68

- Bridged Ethernet or Switched Ethernet
- Χρήση γεφυροποίησης (bridging) για καλύτερη απόδοση και αποτελεσματικότητα
- Πλεονεκτήματα
 - Αύξηση εύρους ζώνης (bandwidth)
 - Διαχωρισμός τομέων συγκρούσεων (collision domains)

Bridged Ethernet

69

- Μονόδρομο
 - Προς μία κατεύθυνση
- Αμφίδρομο
 - Και προς τις δύο κατευθύνσεις
- Πλεονεκτήματα
 - Μία γεφυρα χωρίζει ένα δίκτυο σε δύο ή περισσότερα υποδίκτυα τα οποία είναι ανεξάρτητα από πλευράς εύρους ζώνης
 - Μια γέφυρα χωρίζει ένα δίκτυο σε τομείς συγκρούσεων (collision domains)

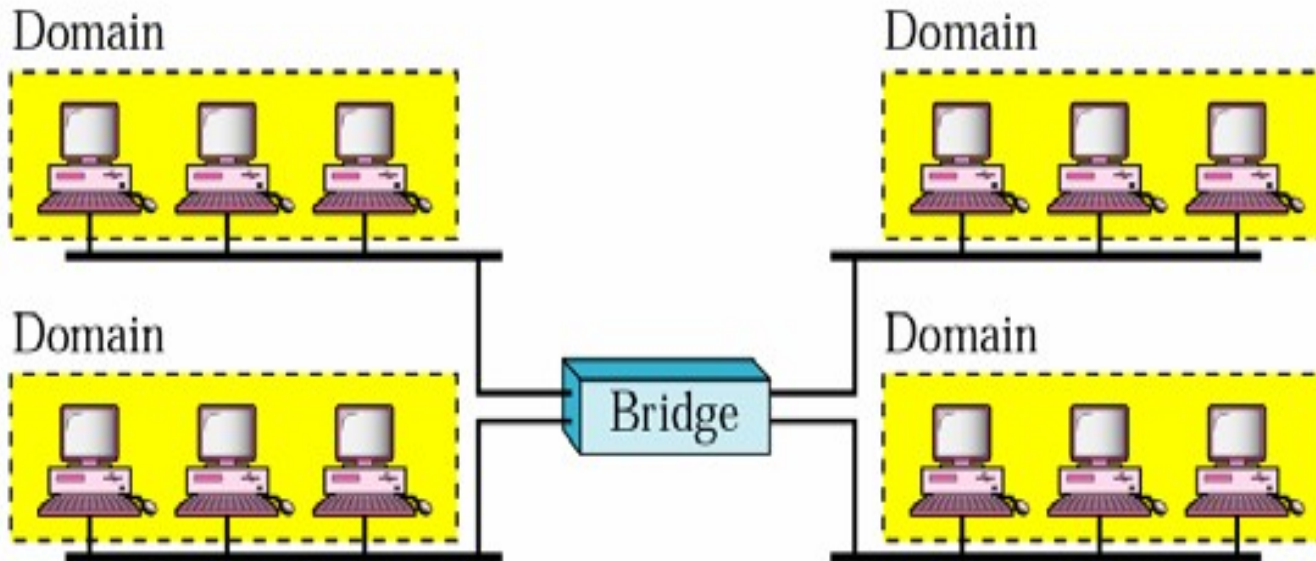
Bridged Ethernet

70

Domain



a. Without bridging



b. With bridging

Fast Ethernet

71

- Δημιουργήθηκε από την ανάγκη για αύξηση της ταχύτητας των τεχνολογιών Ethernet
- Γενικά, ο τρόπος λειτουργίας είναι ο ίδιος (CSMA/CD, διαχείριση frames, διευθυνσιοδότηση).
- Παρόλα αυτά επιτυγχάνονται πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες

Fast Ethernet

72

- Χρησιμοποιείται η φυσική τοπολογία του αστέρα
- 100Base -X
 - Χρησιμοποιούνται δύο ζεύγη καλωδίων αντί για ένα
 - 100Base – TX
 - ✦ Τα καλώδια αποτελούνται από συνεστραμένα ζεύγη καλωδίων χαλκού
 - 100Base – FX
 - ✦ Χρησιμοποιούνται ζεύγη καλωδίων οπτικών ινών (fiber-optic cables)

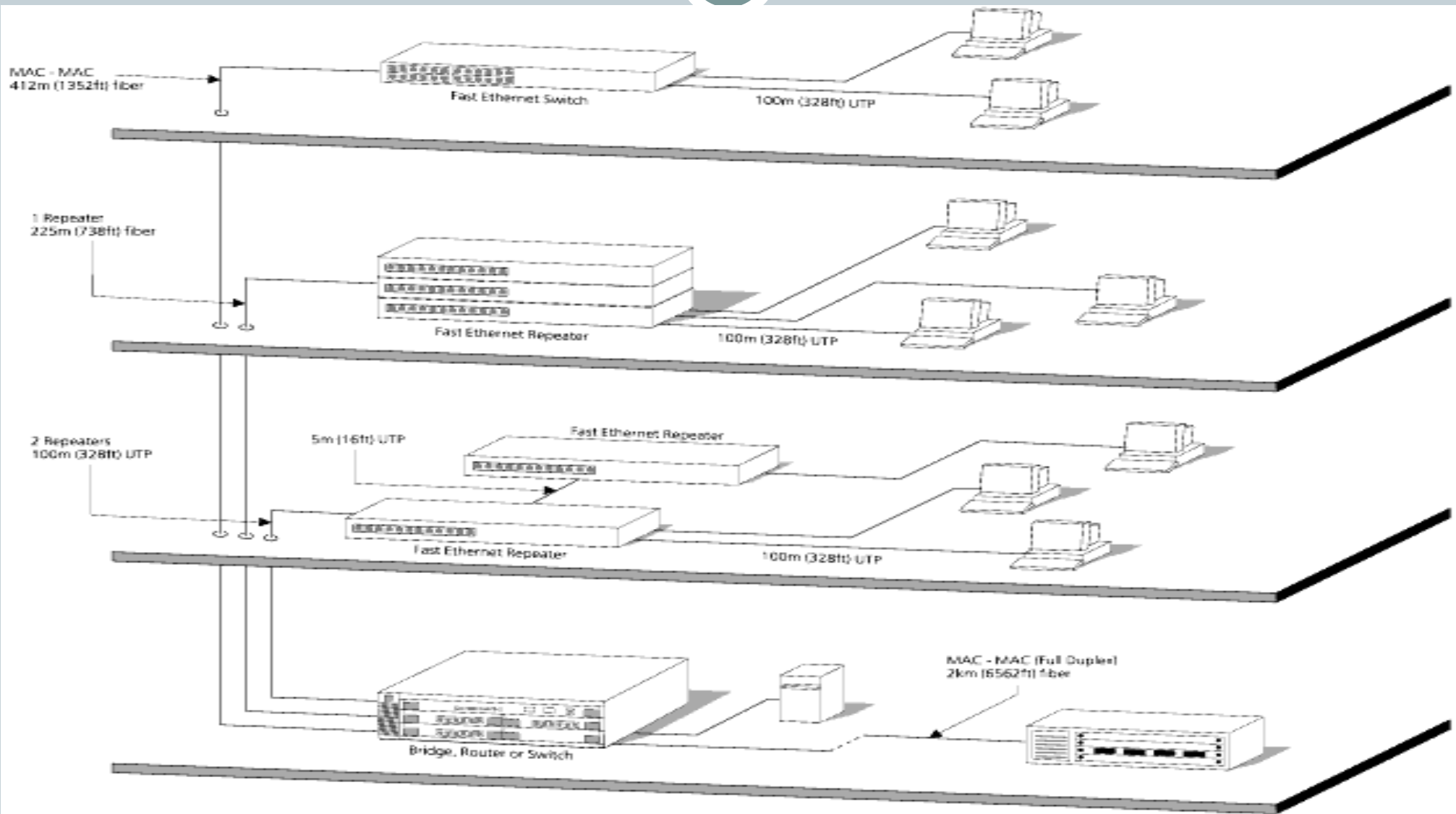
Fast Ethernet

73

- 100Base – T4
 - Χρησιμοποιούνται τέσσερα ζεύγη καλωδίων με αποτέλεσμα οι ταχύτητες να είναι πολύ μεγαλύτερες
 - Η συγκεκριμένη τεχνολογία λειτουργεί μόνο με συνεστραμένα ζεύγη καλωδίων χαλκου

Fast Ethernet

74



Fast Ethernet

75

- Η μέγιστη ταχύτητα για κάθε τελικό χρήστη μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 100 Mbps
- Το μέγιστο μήκος μπορεί να φτάσει υπό προϋποθέσεις μέχρι και τα 400 μέτρα

Καλωδιακά Συστήματα

76

- Πολλές φορές χρησιμοποιούνται τεχνολογίες παρόμοιες με αυτές της καλωδιακής τηλεόρασης.
- Το βασικό κοινό χαρακτηριστικό των τεχνολογιών αυτών είναι η χρήση ομοαξονικού καλωδίου ως φυσικού μέσου σύνδεσης των τελικών χρηστών του δικτύου.

Καλωδιακά συστήματα

77

- Η πιο διαδεδομένη τεχνολογία των καλωδιακών συστημάτων που χρησιμοποιείται για την επίλυση του Last Mile Problem είναι η HFC – Hybrid Fiber Coaxial.

Hybrid Fiber Coaxial

78

- Η HFC είναι μια τεχνολογία καλωδιακών συστημάτων όπου το ομοαξονικό καλώδιο συνεργάζεται με τις οπτικές ίνες για τη μεταφορά ευρυζωνικών υπηρεσιών μέσω ενός δικτύου στον τελικό χρήστη

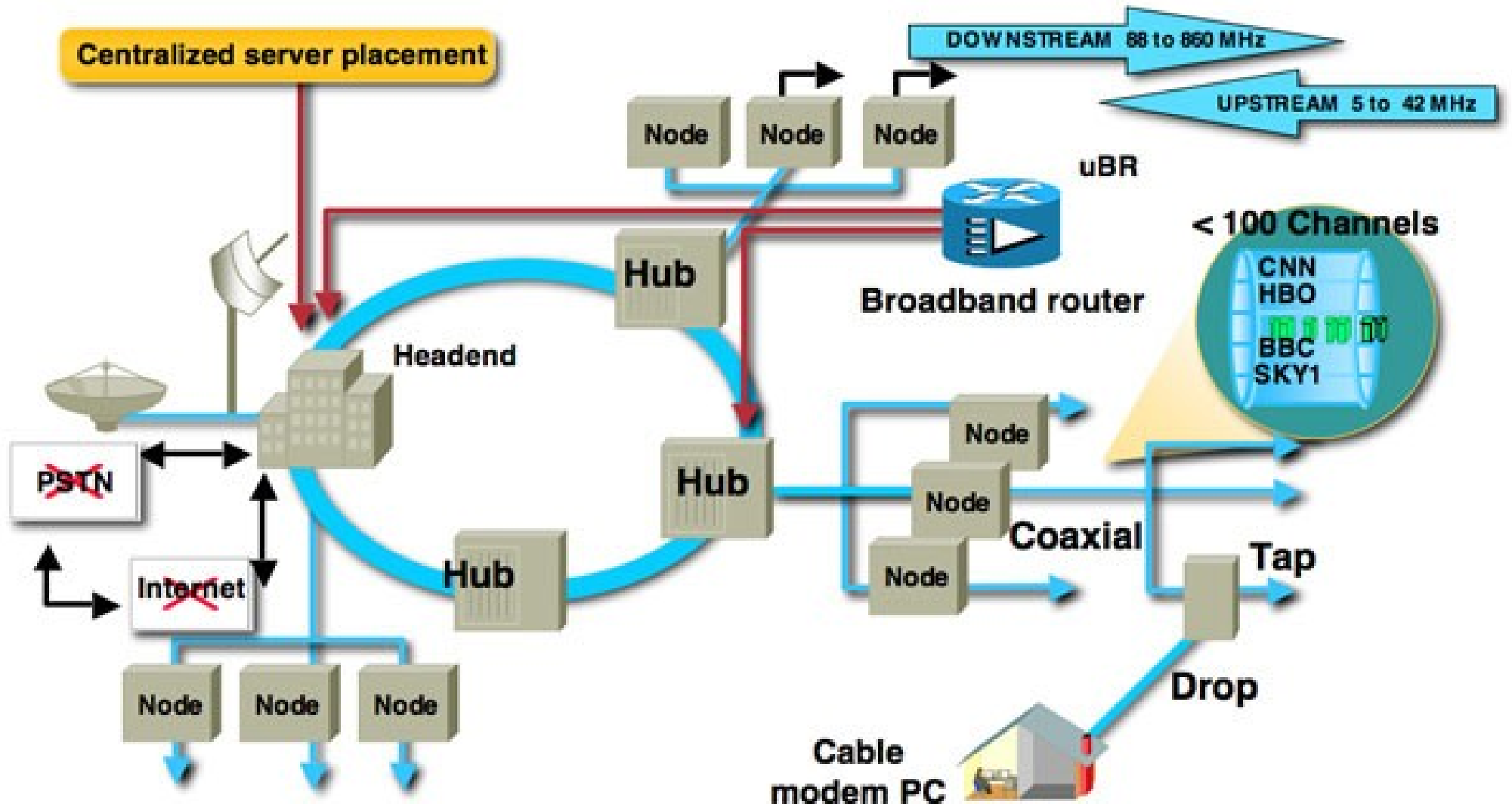
Hybrid Fiber Coaxial

79

- Βασικό πλεονέκτημα
 - Εκμεταλλεύεται πολλά από τα χαρακτηριστικά των οπτικών ινών χωρίς να χρειάζεται ο τελικός χρήστης να έχει απευθείας σύνδεση σε καλώδιο με οπτική ίνα
 - ✦ Μεγάλος εύρος ζώνης (bandwidth)
 - ✦ Χαμηλός θόρυβος (noise)
 - ✦ Έλάχιστες απώλειες (losses)

Hybrid Fiber Coaxial

80



Συστήματα οπτικών ινών

81

- Η αιχμή της τεχνολογίας στην προσπάθεια επίλυσης του Last Mile Problem μέσω ενσύρματων συστημάτων είναι η χρήση οπτικών ινών ως φυσικού μέσου για την διαμοίραση της πληροφορίας στους τελικούς χρήστες.

Συστήματα οπτικών ινών

82

- Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στα συστήματα οπτικών ινών
 - Gigabit Ethernet
 - FTTx

Gigabit Ethernet

83

- Το Gigabit Ethernet ανήκει στην οικογένεια των τεχνολογιών του Ethernet που περιγράφηκε προηγουμένως
- Η βασική διαφορά του είναι η χρήση οπτικής ίνας ως φυσικού μέσου για την διαμοίραση της πληροφορίας στους τελικούς χρήστες

Gigabit Ethernet

84

- Η τεχνολογία του Gigabit Ethernet ουσιαστικά εκμεταλεύεται τις δυνατότητες των οπτικών ινών, δηλαδή το μεγάλο εύρος ζώνης και τις χαμηλές απώλειες, ώστε να παρέχει στους τελικούς χρήστες υψηλές ταχύτητες σύνδεσης.

Gigabit Ethernet

85

- Οι βασικές κατηγορίες τεχνολογιών Gigabit Ethernet είναι:
 - 100BASE – SX
 - 100BASE – LX
 - 100BASE – CX
 - 100BASE – T
- Η μέγιστη ταχύτητα του δικτύου μπορεί να φτάσει μέχρι και το 1Gbps

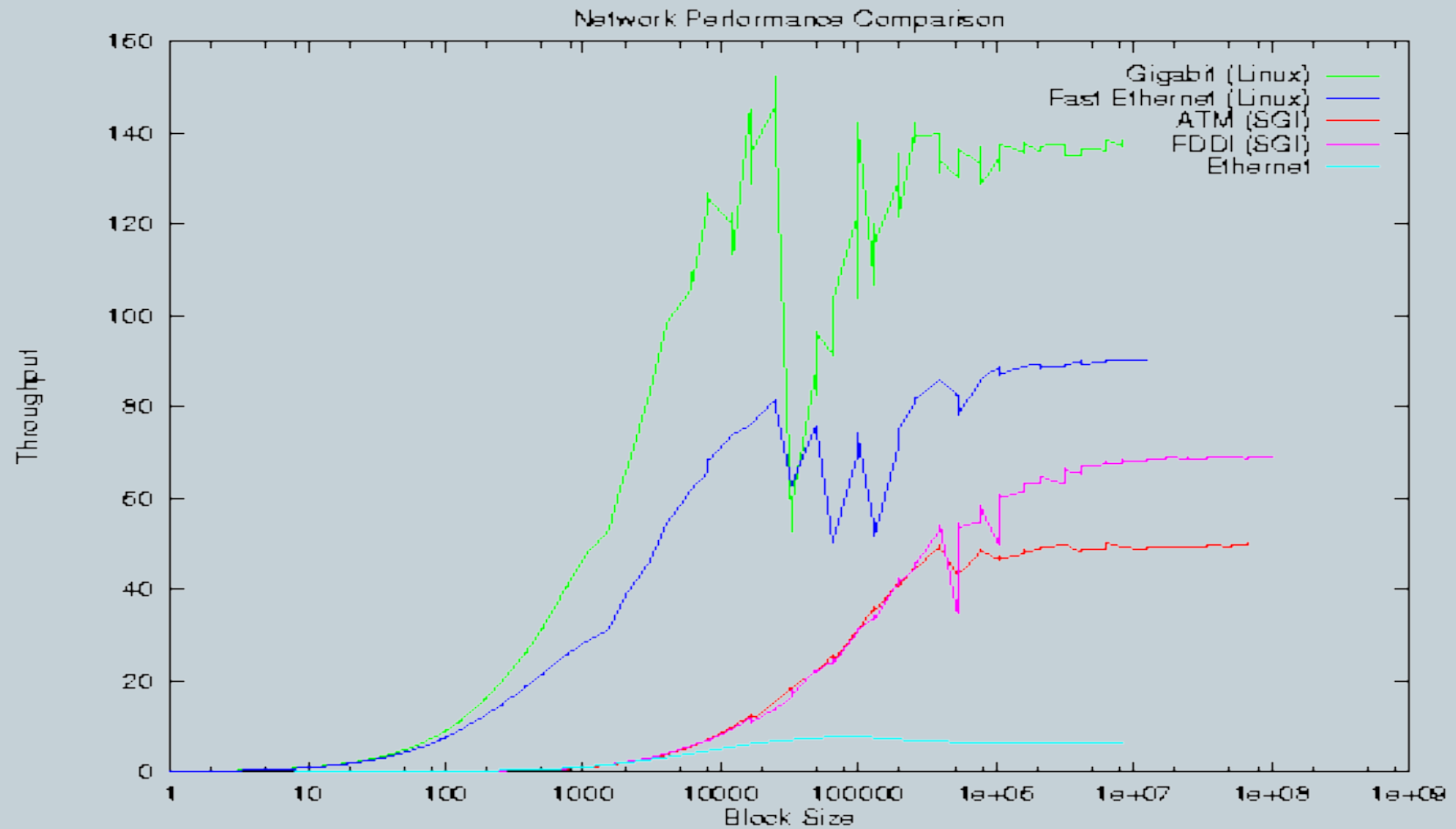
Gigabit Ethernet

86

- Το Gigabit Ethernet θεωρείται από πολλούς η πιο πιθανή αποτελεσματική και αποδοτική λύση του Last Mile Problem στην κατηγορία των ενσύρματων συστημάτων στο άμεσο μέλλον.

Gigabit Ethernet

87



FTTx

88

- Η οικογένεια τεχνολογιών FTTx (Fiber To The x) αποτελούν μια εναλλακτική λύση για τα συστήματα οπτικών ινών σε σχέση με το Gigabit Ethernet
- Ουσιαστικά αναφέρονται στην αρχιτεκτονική του δικτύου εκείνη όπου η οπτική ίνα αντικαθιστά το χάλκινο καλώδιο σε ολόκληρο το δίκτυο ή σε μέρος αυτού

FTT_x

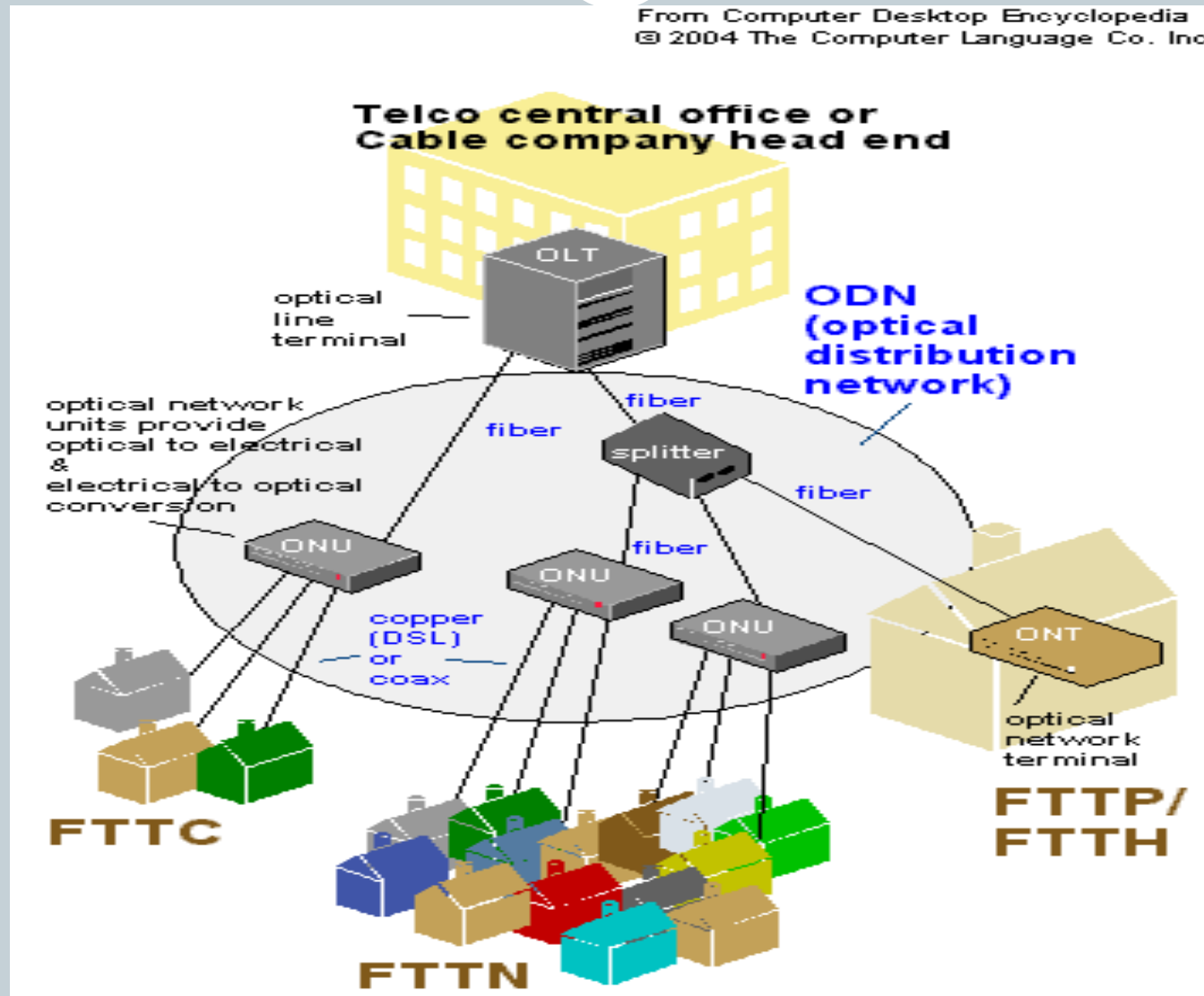
89

- Ανάλογα με το πόσο κοντά στον τελικό χρήστη φτάνει η οπτική ινά έχουμε και τις διάφορες κατηγορίες της συγκεκριμένης τεχνολογίας
 - FTTN – Fiber To The Neighborhood
 - FTTC – Fiber To The Curb
 - FTTB – Fiber To The Building
 - FTTH – Fiber To The Home

FTTx

90

From Computer Desktop Encyclopedia
© 2004 The Computer Language Co. Inc.



FTTx

91

FTTH Homes Connected (Cumulative – North America)



Ασύρματα Συστήματα

92

- Υπάρχουσες τεχνολογίες
 - Πρότυπο 802.11
 - ✦ Wi-Fi
 - Πρότυπο 802.16
 - ✦ WiMAX

Wi-Fi

93

- Ο όρος Wi-Fi χρησιμοποιείται για να περιγράψει μία ολόκληρη οικογένεια ασύρματων τεχνολογιών διαχείρισης τοπικών δικτύων τα οποία καλύπτονται από το σύνολο προτύπων 802.11

Wi-Fi

94

- Πίσω απο το Wi-Fi βρίσκεται η Wi-Fi Alliance η οποία είναι μια ανεξάρτητη ένωση διαφόρων εταιριών οι οποίες έχουν συμφωνήσει στην παραγωγή συμβατών με τη συγκεκριμένη τεχνολογία προϊόντων
- Η Wi-Fi Alliance πιστοποιεί προϊόντα που είναι συμβατα με τη συγκεκριμένη τεχνολογία

Wi-Fi

95

- Αν και υπάρχει μεγάλο εύρος προτύπων στην κατηγορία 802.11 τα πιο σημαντικά είναι:
 - 802.11a
 - 802.11b
 - 802.11g
 - 802.11e
 - 802.11y (Ιούνιος 2008)
 - 802.11n (Ιούνιος 2009)

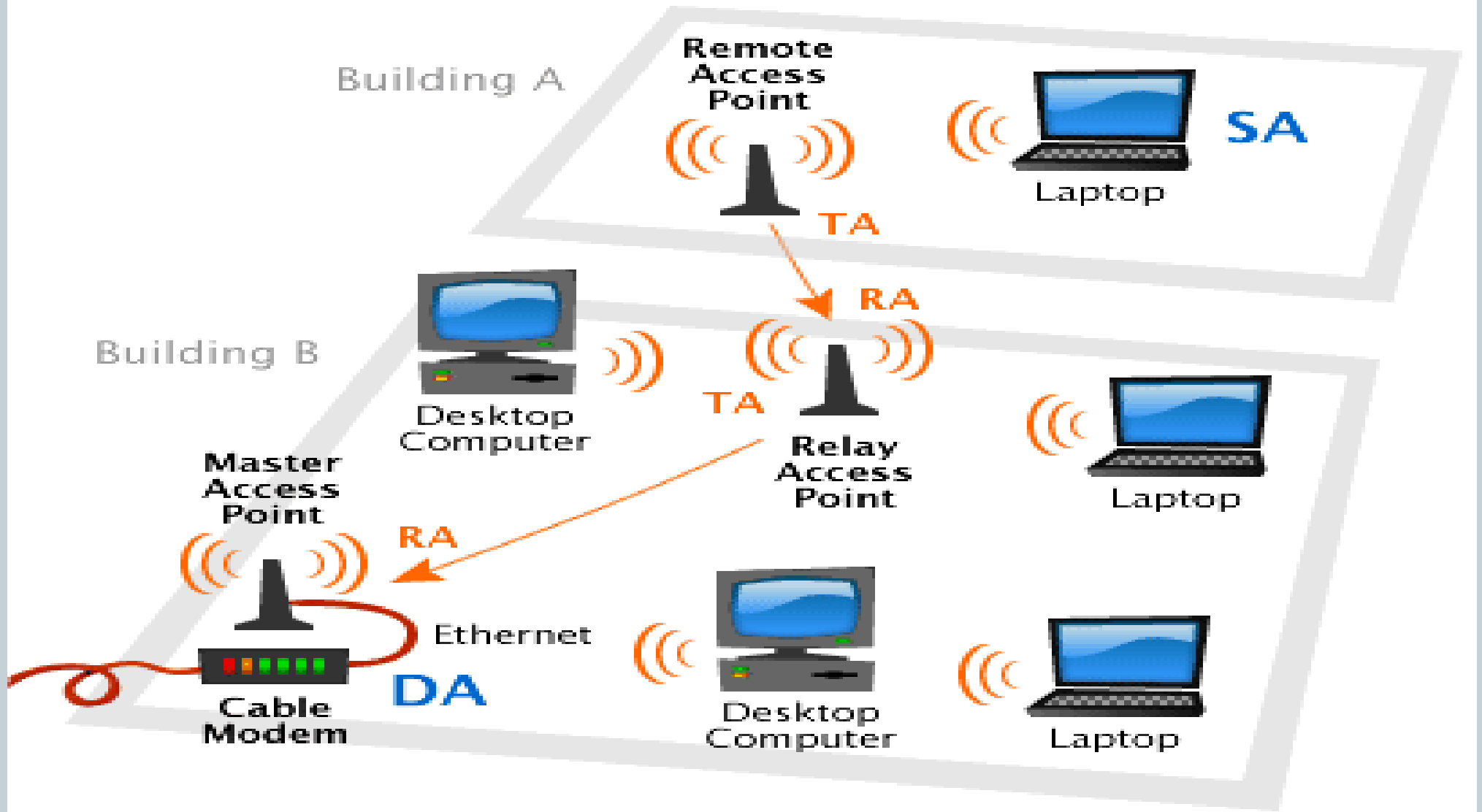
Wi-Fi

96

- Οι συχνότητες λειτουργίας των συγκεκριμένων προτύπων κυμαίνονται από τα 2 έως τα 5 GHz
- Η ακτίνα κάλυψης για τα καινούρια πρότυπα που αναμένονται στα επόμενα έτη μπορούν να φτάνουν μέχρι και τα 75 μέτρα για κλειστούς χώρους
- Η μέγιστη ταχύτητα των καινούριων αυτών προτύπων εκτιμάται στα 74 Mbps

Wi-Fi

97



WiMAX

98

- Το WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) είναι η κοινή ονομασία που χρησιμοποιείται για να αναφερθούμε στο πρότυπο 802.16 (αναφέρεται και ως WirelessMAN)
- Αποτελεί την αιχμή της τεχνολογίας στις προσπάθειες που γίνονται μέσω των ασύρματων συστημάτων για την επίλυση του Last Mile Problem

WiMAX

99

- Το συγκεκριμένο όνομα δόθηκε στο πρότυπο 802.16 από το WiMAX Forum για να τονιστούν οι τεράστιες δυνατότητες του προτύπου αυτού
- Το Forum περιγράφει το πρότυπο ως εναλλακτική επιλογή των καλωδίων και των οπτικών ινών για την επίλυση του Last Mile Problem

WiMAX

100

- Οι επιμέρους κατηγορίες του προτύπου που έχουν επικρατήσει είναι:
 - 802.16d
 - 802.16e
 - Fixed WiMAX
 - Mobile WiMAX
- Ωστόσο αυτές οι κατηγορίες δεν είναι ξεχωριστά πρότυπα και δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται υπό αυτή την έννοια

WiMAX

101

- Το WiMAX θεωρητικά μπορεί να μεταδώσει με ταχύτητα 70 Mbps σε απόσταση μέχρι και 50 km.
- Ωστόσο όσο μεγαλώνει η απόσταση εξαιτίας των απωλειών και του θορύβου η ταχύτητα μετάδοσης πέφτει
- Άρα για το μέγιστο μήκος μετάδοσης θα πρέπει να αναμένουμε αρκετά μικρότερη ταχύτητα

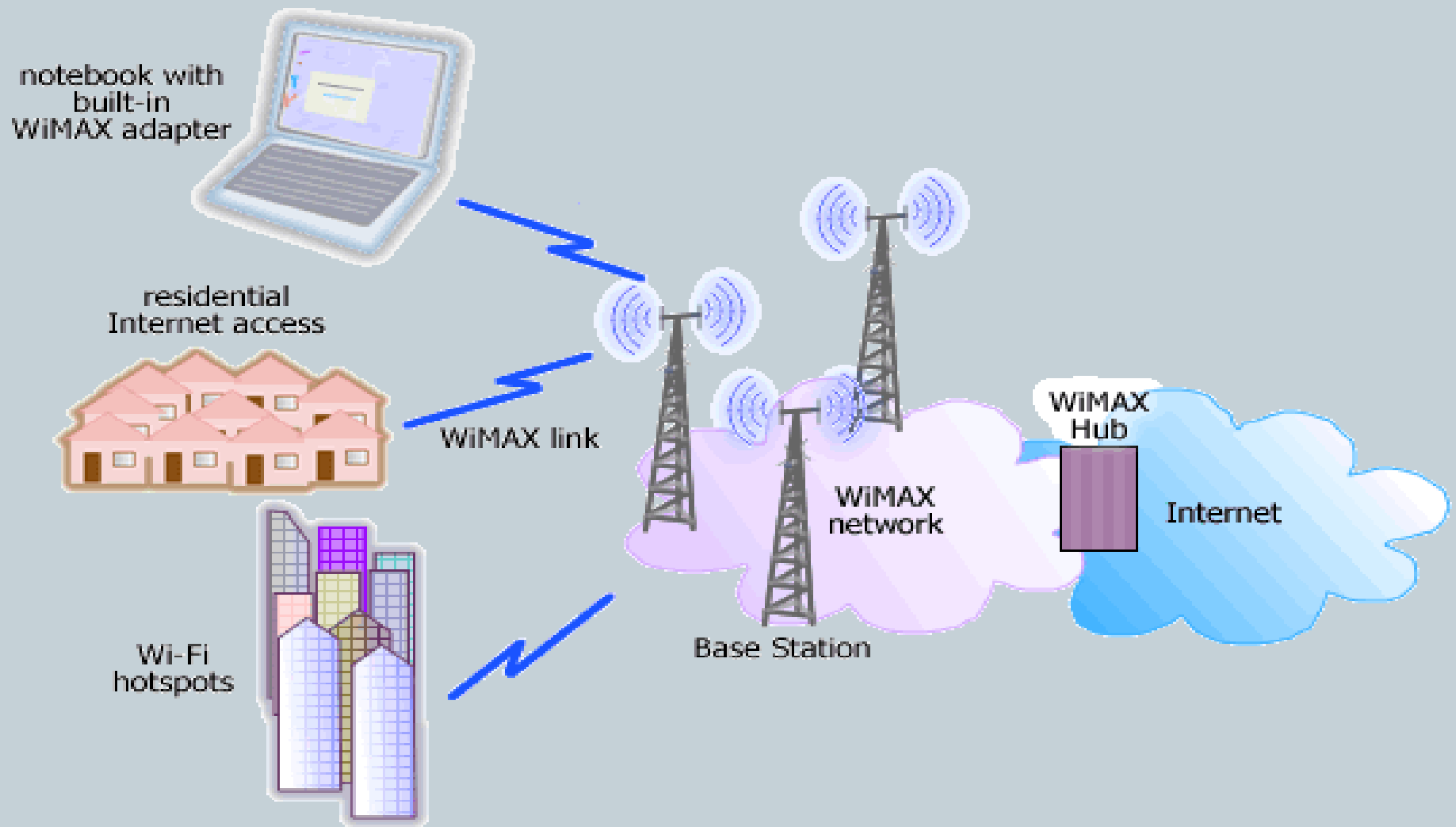
WiMAX vs Wi-Fi

102

- Το WiMAX μπορεί να μεταδώσει πληροφορίες σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις (long-range systems)
- Πιο εγγυημένη μετάδοση δεδομένων μέσω του WiMAX (QoS – Quality of Services)
- Το WiMAX είναι ακόμα πιο ακριβή τεχνολογία σε σχέση με το Wi-Fi

WiMAX

103



Μέλλον

104

- Το μέλλον για τη λύση του προβλήματος του Last Mile Problem φαίνεται να βρίσκεται στις ασύρματες τεχνολογίες
- Το WiMAX με τη μελλοντική μείωση του κόστους του και με την ευκολότερη παροχή στους χρήστες δείχνει να αποτελεί στο άμεσο μέλλον μια σίγουρη λύση

Βιβλιογραφία - Παραπομπές

105

Κύρια Βιβλιογραφία

- 3 - Δίκτυα Υπολογιστών , Andrew S. Tanenbaum, 4^η έκδοση, σελ. 487-501, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ, ISBN 960-209-689-6
- 4-5 - http://en.wikipedia.org/wiki/Last_mile, 5/12/2007
- 7-10 - Δίκτυα Υπολογιστών, Andrew S. Tanenbaum, 4^η έκδοση, σελ. 167-171, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ, ISBN 960-209-689-6
- 12-14 - Επικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών, Σπύρος Πανέτσος, 1^η έκδοση, σελ. 224-228, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ, ISBN 978-960-418-129-2
- 23-26 - Local Area Networks, Gerd E. Keiser, 1st edition, σελ. 82-92, MCGRAW-HILL PUBLISHING COMPANY, ISBN 0-07-033561-3
- 27-32 - FDDI Handbook: High-Speed Networking Using Fiber And Other Media, 1st edition, σελ. 5-6, ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, ISBN 0-208-56376-2
- 34-38 - Wireless LANs Implementing Interoperable Networks, Jim Geier, 1st edition, σελ. 29-33, MACMILLAN NETWORK ARCHITECTURE AND DEVELOPMENT SERIES, ISBN 1-57870-081-7

Βιβλιογραφία - Παραπομπές

106

Κύρια Βιβλιογραφια

- 41-44 - Δίκτυα Υπολογιστών , Andrew S. Tanenbaum, 4^η έκδοση, σελ. 36-45, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ, ISBN 960-209-689-6
- 45-52, 54 - Τηλεπληροφορική και Δίκτυα Υπολογιστών, Παν. Παναγιωτόπουλος - Γιαν. Δραγώνας - Χρ. Σκουρλας, 1^η έκδοση, σελ. 258-260, ISBN 960-7235-56-8
- 57-58, 60-61, 63-65, 67-69, 71-73, 75 - Επικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών, Σπύρος Πανέτσος, 1^η έκδοση, σελ. 138-142, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ, ISBN 978-960-418-129-2
- 76-77 - Broadband Access Networks: Introduction Strategies and techno-economic evaluation, L.A.Ims, 1st edition, σελ. 15, CHAPMANN AND HALL, ISBN 0-412-82820-0
- 78-79 - Δίκτυα Υπολογιστών , Andrew S. Tanenbaum, 4^η έκδοση, σελ. 211-212, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ, ISBN 960-209-689-6
- 83-86 - Επικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών, Σπύρος Πανέτσος, 1^η έκδοση, σελ. 142, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ, ISBN 978-960-418-129-2

Βιβλιογραφία - Παραπομπές

107

Κύρια Βιβλιογραφια

- 88-89 - Απο ιντερνετ ή από Comer
- 93-96 - Wireless LANs Implementing Interoperable Networks, Jim Geier, 1st edition, σελ. 90-93, MACMILLAN NETWORK ARCHITECTURE AND DEVELOPMENT SERIES, ISBN 1-57870-081-7
- 98-102 - Επικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών, Σπύρος Πανέτσος, 1^η έκδοση, σελ. 297-300, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ, ISBN 978-960-418-129-2

Βιβλιογραφία - Παραπομπές

108

Εικόνες

- 6 - <http://static.howstuffworks.com/gif/bpl-network.gif>, 3/1/08
- 11 - <http://www.websiteoptimization.com/bw/0709/evolution-broadband-pe>, 15/12/07
- 25 - <http://www.cs.umu.se/kurser/TDBC64/HT99/exercise/shannon-hartley>, 21/12/07
- 40 - http://www.parksassociates.com/old_site/reports&services/reports/, 16/12/07
- 53 - <http://static.howstuffworks.com/gif/ethernet3.gif>, 10/12/07
- 59 - http://hamilton.bell.ac.uk/nw1/notes/part_5.pdf, 16/12/07
- 62 - http://hamilton.bell.ac.uk/nw1/notes/part_5.pdf, 16/12/07
- 66 - http://hamilton.bell.ac.uk/nw1/notes/part_5.pdf, 16/12/07
- 70 - http://hamilton.bell.ac.uk/nw1/notes/part_5.pdf, 16/12/07
- 74 -

Βιβλιογραφία - Παραπομπές

109

Εικόνες

- 80 - <http://www.t2000inc.com/images/training/iccr.jpg>, 22/12/07
- 87 - <http://www.scl.ameslab.gov/Publications/Gigabit/giga-compare.gif>, 18/12/07
- 90 - <http://content.answers.com/main/content/img/CDE/PON.GIF>, 21/12/07
- 91 - <http://connectedhome2go.files.wordpress.com/2007/10/us-ftth-homes>, 29/12/07
- 97 - <http://www.oreillynet.com/wireless/2003/08/28/graphics/wi-fi.gif>, 30/12/07
- 103- http://www.conniq.com/images/Access_WiMAX.gif, 29/12/07