

Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

Διδάσκων: Θεοφάνης Ορφανουδάκης
Επ. Καθ. (ΠΔ407)



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλεπικοινωνιών

Στοιχεία Επικοινωνίας

- **Διδάσκων:**
Θεοφάνης Ορφανουδάκης
Επικ. Καθηγ. (ΠΔ 407)
- **Γραφείο: Νο7**
Τηλέφωνο Γραφείου: 2710 372232
Ηλεκτρονική Διεύθυνση: fanis@uop.gr
- **Σημειώσεις/Βιβλιογραφία/διαλέξεις:**
 - ✓ *Μέσω του eclass*

Περιεχόμενα μαθήματος

- **Ενσύρματα δίκτυα πρόσβασης**
 - ✓ Αναδρομή στις βασικές αρχιτεκτονικές
 - POTS
 - ISDN
 - ✓ Ιεραρχίες & τεχνικές πολύπλεξης κίνησης προς το δίκτυο κορμού
 - ✓ B-ISDN
 - ✓ DSL
- **Οπτικά/Καλωδιακά δίκτυα πρόσβασης (μεριζόμενης ή σημείο-προς-σημείο)**
 - ✓ PON
 - ✓ HFC
 - ✓ EFM

Περιεχόμενα μαθήματος

- **Ασύρματα δίκτυα ευρείας ζώνης**
 - ✓ 802.11 (WiFi)
 - ✓ 802.16 (WiMax)
 - ✓ LMDS
 - ✓ Δορυφορικά (DVB-S, DVB-RCS)
- **Συγκέντρωση/Μεταγωγή κίνησης**
 - ✓ Συγκεντρωτές κίνησης (Access concentrators)
 - ✓ Μεταγωγείς (switches)
 - ✓ Δρομολογητές

Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

Εισαγωγή



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλεπικοινωνιών

Ευρυζωνικότητα - Μία Προσέγγιση

- **Τι είναι η "Ευρυζωνικότητα"**
 - ✓ Με τον όρο Ευρυζωνικότητα εννοούμε ένα προηγμένο και καινοτόμο περιβάλλον, από κοινωνική και τεχνολογική άποψη, το οποίο αποτελείται από γρήγορες συνδέσεις με το Διαδίκτυο και κατάλληλες δικτυακές υποδομές για την ανάπτυξη νέων ευρυζωνικών εφαρμογών και υπηρεσιών.
- **Η Ευρυζωνικότητα με απλά λόγια**
 - ✓ *Εύκολα:* Διαρκής σύνδεση στο Internet χωρίς πολύπλοκες ρυθμίσεις
 - ✓ *Γρήγορα:* Υψηλές ταχύτητες (10 - 100 φορές της συμβατικής σύνδεσης) για νέες εφαρμογές
 - ✓ *Σταθερά:* Αξιόπιστες ψηφιακές συνδέσεις με εγγυημένα σταθερά υψηλές αποδόσεις

Διευκρινίσεις...

Πότε μία σύνδεση με το
Διαδίκτυο είναι γρήγορη...?

**"Man will one day travel faster than a
horse can run..."**

René Descartes

Που Βρισκόμαστε Σήμερα (I)

"Στόχος μας είναι μέχρι το 2010, να είναι
συνδεδεμένα τα μισά ευρωπαϊκά νοικοκυριά σε
ευρυζωνικά δίκτυα με ταχύτητες τουλάχιστον 10
Megabit το δευτερόλεπτο, επιτρέποντας έτσι την
πρόσβαση σε πλούσιες μορφές επικοινωνίας όπως
το video."

- Viviane Reding, Ευρωπαϊκή επίτροπος αρμόδια
για την "Κοινωνία της Πληροφορίας" και τα
Media, Ιούνιος 2005

Που Βρισκόμαστε Σήμερα (II)

"Τα ευρυζωνικά δίκτυα είναι τόσο σημαντικά για την εποχή μας όσο ήταν οι δρόμοι, τα κανάλια και ο σιδηρόδρομος τον δέκατο ένατο αιώνα και οι εθνικές οδοί και το τηλέφωνο τον εικοστό."

- Michael Corpps, πρώην επίτροπος
Αμερικανικής ρυθμιστικής αρχής επικοινωνιών,
Αύγουστος 2003

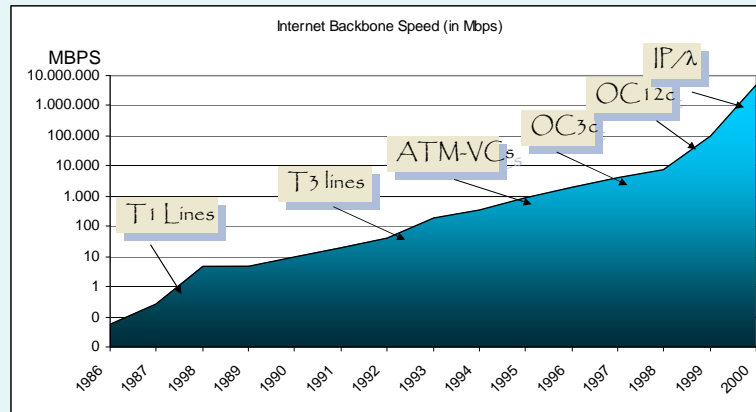
Που Βρισκόμαστε Σήμερα (III)

"Οι ευρυζωνικές υποδομές και υπηρεσίες είναι σήμερα τόσο σημαντικές για την οικονομία, όσο υπήρξε και ο ηλεκτρισμός."

- Erkki Liikanen, πρώην Ευρωπαίος επίτροπος
αρμόδιος
για την "Κοινωνία της Πληροφορίας", Μάιος
2002

Εξέλιξη Ταχύτητας

- Ταχύτητα των Συνδέσεων Κορμού του Διαδικτύου (Internet Backbone)



Οργανωδίκης Θεοράνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Ανάπτυξη του Διαδικτύου

Δίκτυα κορμού



- Η επανάσταση της οπτικής μεταγωγής
 - ✓ Εφικτές ταχύτητες της τάξης των Gigabit έως Terabit με χρήση πολυπλεξίας κύματος (multi-wavelength optical systems)
 - ✓ Τεχνικές δρομολόγησης της κίνησης μέσω ενός ή πολλών οπτικών κόμβων και διαχείρισης κίνησης (Traffic-Engineering control planes)

Δίκτυα πρόσβασης



- Τα δίκτυα πρόσβασης εξελίσσονται...
 - ✓ xDSL, cable modem, 3G wireless
 - ✓ 100MFE & GiGE fibre access systems

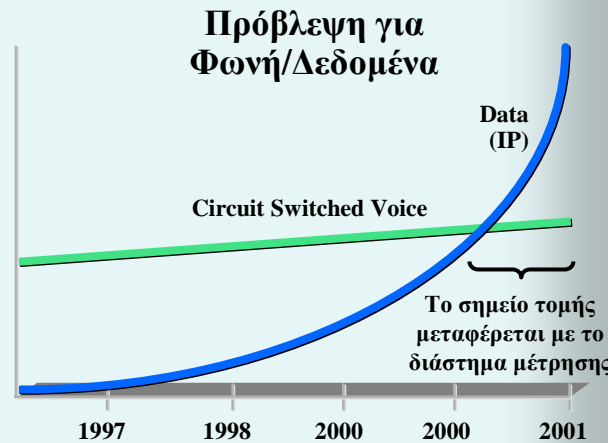
Οργανωδίκης Θεοράνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Ανάπτυξη Κίνησης IP

Συνήθης κατηγοριοποίηση της κίνησης ανά εφαρμογή από την οποία παράγεται:

- Messaging
- Information search/access
- Subscription services/"push"
- Conferencing/multimedia
- Real time Video/imaging
- Entertainment services
- MP3
- DVD



Οργανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Προσφορά και Ζήτηση (I)

- Ο ισοδύναμος ρυθμός εξάπλωσης οπτικών ινών (ανηγμένος σε μονή οπτική ίνα) ξεπερνά τα 4 Mach (ταχύτητα ήχου) ανά ώρα
- Η τεχνική της Πολύπλεξης με Διαίρεση Μήκους Κύματος (Dense Wave Division Multiplexing-DWDM) αυξάνει τη χωρητικότητα κάθε ίνας
 - ✓ Από 2.5Gbps έως 3.2Tbps (320 μήκη κύματος λ, 10Gbps ανά λ) για κάθε ίνα

Το κόστος ανά μονάδα του εύρους ζώνης καθ'εαυτού θα μειώνεται σταθερά

Οργανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

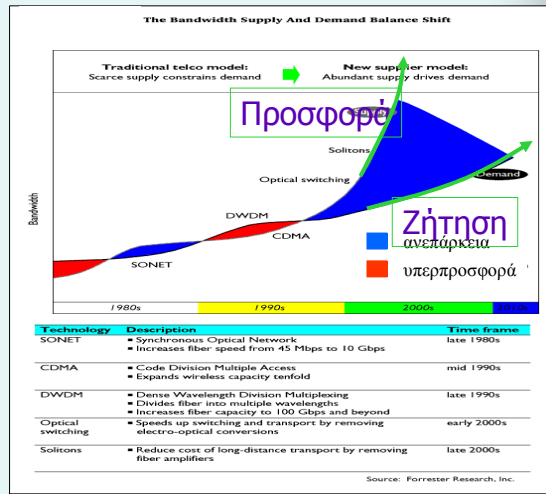
Προσφορά και Ζήτηση (II)

“An emerging combination of new technologies, and new service suppliers will create a long-lasting abundance of bandwidth permanently altering the supply-demand equation.”

Forrester Dec 97.

“The potential capacity between major [European] cities will rise one-thousand fold over the next three years”

Yankee Group Aug 98.



Οργανισμός Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

Απαιτήσεις Εφαρμογών



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλεπικοινωνιών

Εφαρμογές Πολυμέσων

- Σύμφωνα με τον ορισμό της ITU-T εφαρμογή πολυμέσων είναι η εφαρμογή που απαιτεί τον ταυτόχρονο χειρισμό δύο ή περισσότερων μέσων παρουσίασης της πληροφορίας
- Υπηρεσία πολυμέσων είναι η υπηρεσία που χειρίζεται πολλούς και διαφορετικούς τύπους μέσων και τους παρουσιάζει στον χρήστη συγχρονισμένους
- Για τις υπηρεσίες πολυμέσων πάνω από δίκτυα ευρείας ζώνης ακολουθείται η κατάταξη της σύστασης I.211 από την ITU-T

Κατηγορίες Υπηρεσιών Πολυμέσων (I)

- **Υπηρεσίες διαλόγου με αλληλεπίδραση**
 - ✓ Η κατηγορία αυτή αφορά την επικοινωνία χρηστών που είναι ταυτόχρονα συνδεδεμένοι στο δίκτυο και αντιδρούν σε πραγματικό χρόνο
 - ✓ Ο κύριος όγκος της πληροφορίας προέρχεται από την πλευρά των χρηστών
 - ✓ Μία απλή περίπτωση είναι η αμφίδρομη τηλεφωνία με εικόνα και με συμμετοχή δύο χρηστών
- **Μία πιο σύνθετη περίπτωση είναι η τηλεδιάσκεψη με πολλούς συμμετέχοντες ή διάλεξη μέσω δικτύου**

Κατηγορίες Υπηρεσιών Πολυμέσων (II)

- **Υπηρεσίες ανταλλαγής μηνυμάτων με αλληλεπίδραση**
 - ✓ Η συγκεκριμένη κατηγορία δεν απαιτεί την ταυτόχρονη σύνδεση των χρηστών στο δίκτυο
 - ✓ Ένα παράδειγμα είναι το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, όπου στα μηνύματα που ανταλλάσσονται έχουν προσκολληθεί και αρχεία με πληροφορία σε μορφή πολυμέσων

Κατηγορίες Υπηρεσιών Πολυμέσων (III)

- **Υπηρεσίες ανάκτησης με αλληλεπίδραση**
 - ✓ Στις υπηρεσίες αυτής της κατηγορίας ο χρήστης αποκτά πρόσβαση σε πληροφορία, η οποία βρίσκεται σε κάποια μονάδα αποθήκευσης
 - ✓ Αρχικά ο χρήστης συμμετέχει στη φάση αναζήτησης της πληροφορίας και κατόπιν η πληροφορία μεταδίδεται στον χρήστη, ενώ αυτός ταυτόχρονα έχει έλεγχο πάνω στον τρόπο μετάδοσης
 - ✓ Το πιο γνωστό παράδειγμα τέτοιας υπηρεσίας είναι η μετάδοση κινούμενης εικόνας κατ'απαίτηση (Video on Demand), η οποία βρίσκεται αποθηκευμένη σε μεγάλους εξυπηρετητές

Κατηγορίες Υπηρεσιών Πολυμέσων (IV)

- **Υπηρεσίες κατανεμημένης μετάδοσης (distribution services)**
 - ✓ *Μετάδοση/εκπομπή περιεχομένου σε πραγματικό χρόνο (ζωντανά – ισοδύναμο της τηλεόρασης)*
 - ✓ *Συγγενική της Υπηρεσίας ανάκτησης με αλληλεπίδραση στην παραλλαγή «σχεδόν κατ'απαίτηση» (Near Video on Demand)*
- **Βασικές υπηρεσίες δικτύου**
 - ✓ *Παροχή νοητού ιδιωτικού δικτύου (Virtual Private Network – VPN)*
 - ✓ *Προσαρμοσμένη χρέωση, δρομολόγηση (τύπου ευφυών υπηρεσιών)*

Απαιτήσεις Υπηρεσιών Πολυμέσων

- **Επαρκές διαθέσιμο εύρος ζώνης**
- **Συγχρονισμό**
- **Εκπομπή με πολλαπλούς αποδέκτες (multicast)**
- **Εγγύηση ποιότητας**
- **Διαδραστικότητα και έλεγχο της εφαρμογής/σύνδεσης**

Εφαρμογές με έμφαση στην ανταλλαγή δεδομένων

- **Transparent LAN interconnection**
- **Storage Area Networks (SAN)**
- **GRID Networking**
- **Cloud computing**
- ...

Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

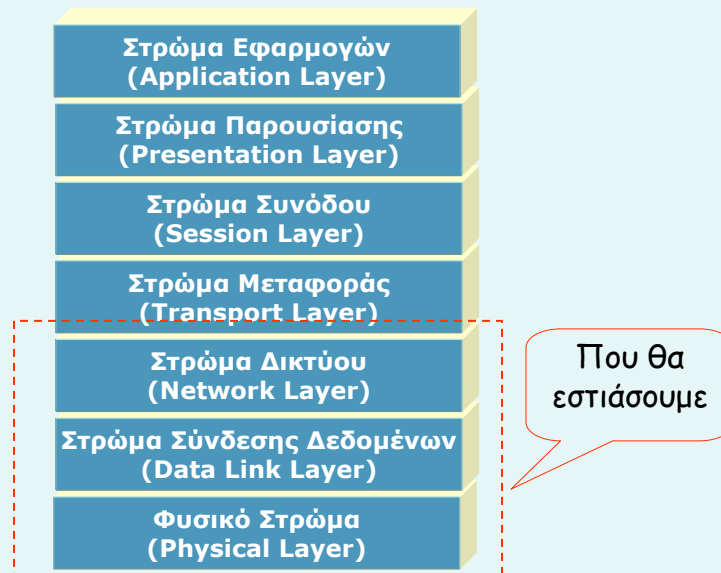
Αρχιτεκτονικές Δικτύων



Θεμελιώδεις Αρχιτεκτονικές Δικτύων

- Το απλό (ψηφιακό ή αναλογικό) τηλεφωνικό δίκτυο
- Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών ISDN
- Διαδίκτυο: αρχιτεκτονική μεταγωγής πακέτου βασισμένη στη στολίβα πρωτοκόλλων TCP/IP
- Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών Ευρείας Ζώνης (B-ISDN)
- Άλλες τεχνολογίες ?
 - ✓ *Ναι αλλά εστιάζονται κυρίως σε μεθόδους αποδοτικής μεταγωγής κίνησης και σύγκλισης των παραπάνω τεχνολογιών και δεν αποτελούν ολοκληρωμένες αρχιτεκτονικές δικτύου*

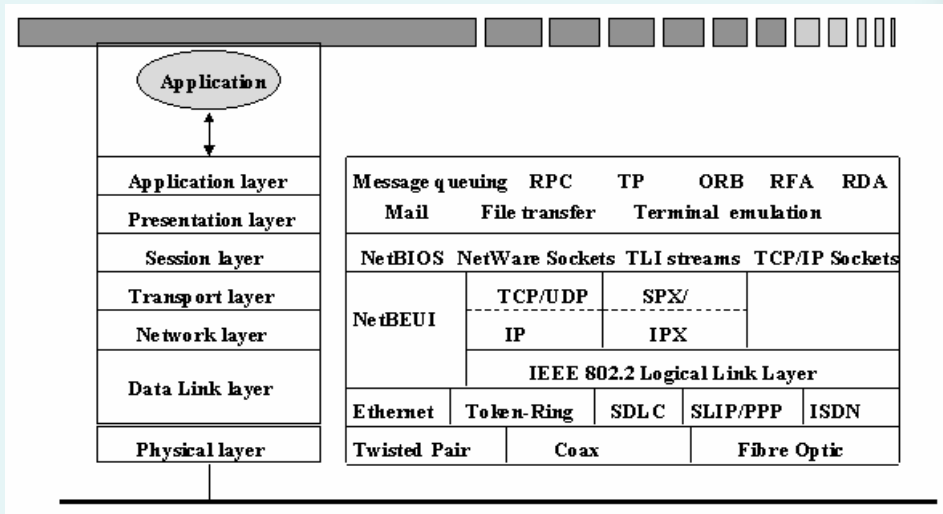
Αρχιτεκτονική Δικτύων OSI



Διαδίκτυο

- Δημιουργήθηκε από την ακαδημαϊκή κοινότητα με στρατιωτική χρηματοδότηση στη δεκαετία του '60 (ARPANET)
- Αποτελείται από ένα μεγάλο πλήθος υποδικτύων, τα οποία συνδέονται μέσω δρομολογητών με βάση το πρωτόκολλο επικοινωνίας IP
- Το IP σχεδιάστηκε με σκοπό να παρέχει υπηρεσίες μεταφοράς δεδομένων χωρίς πρότερη σύνδεση και χωρίς αξιοπιστία
- Η ποιότητα της παρεχόμενης ποιότητας μπορεί να διασφαλιστεί με πρωτόκολλα ανωτέρου επιπέδου όπως το TCP και το RSVP

Διαδικτυακά Πρωτόκολλα



Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών ISDN

- Παρέχει μετάδοση πληροφορίας ήχου-εικόνας με μεταγωγή κυκλώματος σε εύρη ζώνης, τα οποία είναι ακέραια πολ/σια των 64 kbps (σύνδεση σημείο-προς-σημείο με καθορισμένο και σταθερό εύρος ζώνης)
- Καθορίζονται τρεις τύποι καναλιών:
 - ✓ Τύπου B, το οποίο μεταφέρει δεδομένα με ρυθμό μετάδοσης 64kbps
 - ✓ Τύπου D, το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως για τη μεταφορά πληροφορίας σηματοδότησης
 - ✓ Τύπου H, το οποίο μεταφέρει δεδομένα με υψηλό ρυθμό μετάδοσης
- Καθορίζονται οι ακόλουθες υπηρεσίες:
 - ✓ Η υπηρεσία βασικού ρυθμού BRI (Basic Rate Interface), που προσφέρει δύο κανάλια τύπου B και ένα κανάλι τύπου D με συνολικό ρυθμό μετάδοσης 144 Kbps
 - ✓ Η υπηρεσία κύριου ρυθμού PRI (Primary Rate Interface), που προσφέρει τριάντα κανάλια τύπου B και ένα κανάλι τύπου D με συνολικό ρυθμό μετάδοσης 1984 Kbps

Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών Ευρείας Ζώνης (B-ISDN)

- Ο όρος 'ευρεία ζώνη' αναφέρεται στη δυνατότητα να προσφέρεται σε όλους τους χρήστες θεαματικά αυξημένο εύρος ζώνης
- Ενοποιεί υπηρεσίες με διαφορετικά χαρακτηριστικά όσον αφορά τον ρυθμό μετάδοσης πληροφορίας αλλά και τις απαιτήσεις ποιότητας υπηρεσίας
- Οι υπηρεσίες ευρείας ζώνης επικεντρώνονται γύρω από εφαρμογές κινούμενης εικόνας (video)
- Τα B-ISDN δίκτυα βασίζονται σε οπτικό δίκτυο μετάδοσης, το οποίο προσφέρει πρόσβαση στο χρήστη στα 150 Mbps
- Η τεχνική μεταγωγής και πολυπλεξίας που επιλέχθηκε από την ITU-T είναι η Asynchronous Transfer Mode (ATM) τεχνική

Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

Αρχιτεκτονικές Τοπικών Δικτύων

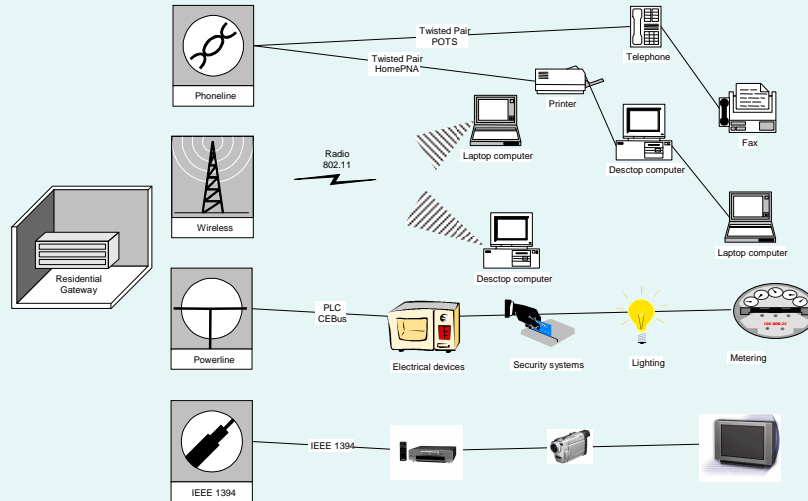


Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλεπικοινωνιών

Σύνδεση στον Συνδρομητικό Βρόχο

- **Υπάρχουν 3 στάδια για την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών:**
 1. Παραγωγή και συγκέντρωση κίνησης από τοπικά δίκτυα στον χώρο των συνδρομητών
 2. Διασύνδεση μέσω κατάλληλης διεπαφής και συσκευής (Customer Premises Equipment – CPE) στο συνδρομητικό βρόχο πρόσβασης (access local loop)
 3. Διασύνδεση του δικτύου πρόσβασης με ευρυζωνικά δίκτυα κορμού(ενδιάμεσα μπορούν να παρευρίσκονται σε κατάλληλα σημεία εξειδικευμένοι εξυπηρετητές για την υποστήριξη κάθε υπηρεσίας)

Συγκέντρωση Κίνησης / Σημείο Πρόσβασης Χρήστη

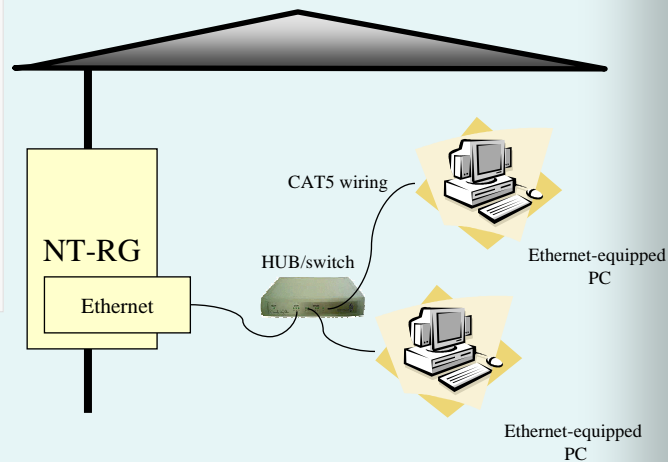


Οργανισμός Θεοράνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Τεχνολογία Ethernet

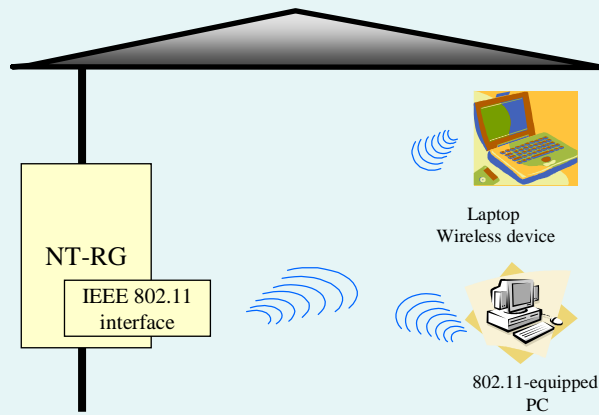
- Σύμφωνα με τα πρότυπα IEEE 802.3 απαιτείται ειδική καλωδίωση (CAT5)
- Δεν υποστηρίζει την υπηρεσία τηλεφωνίας (POTS) εκτός από δικτυακές φωνητικές υπηρεσίες (VoIP)
- Η πιο ευρέως διαδεδομένη (και ως εκ τούτου φθηνή και αξιόπιστη τεχνολογία)



Οργανισμός Θεοράνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Τεχνολογίες Wireless LAN



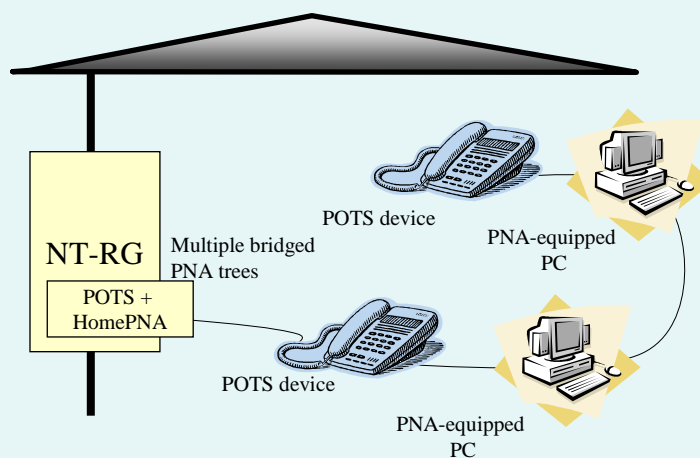
• Συμπεριλαμβάνουν τα πρωτόκολλα:

- 802.11
- HomeRF
- Bluetooth

• Το πρότυπο IEEE 802.11 έχει ήδη διαδοθεί ευρέως

• Αποτελεί την ασύρματη επέκταση ενός τοπικού δικτύου Ethernet με ό,τι αυτό συνεπάγεται (ευχρηστία, κινητικότητα κλπ.)

Τεχνολογία HomePNA

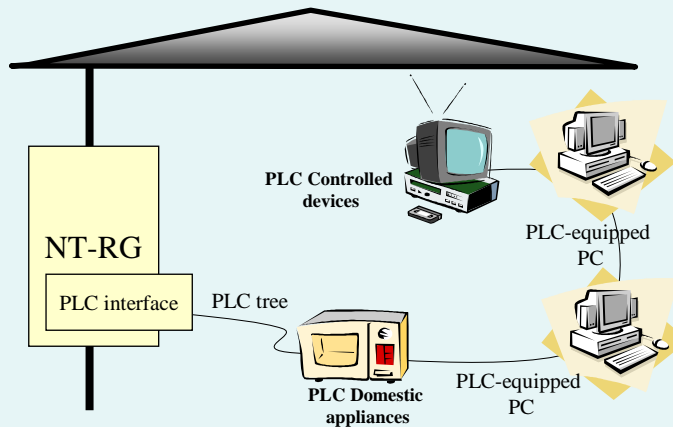


• Η Κοινπραξία Home Phoneline Networking Alliance (HomePNA) ιδρύθηκε το 1998.

• Το αντίστοιχο πρότυπο 1.0 υποστηρίζει ρυθμούς μετάδοσης 1 Mbps (η επόμενη έκδοση 2.0 μέχρι 10 Mbps) πάνω από την υπάρχουσα καλωδίωση και υποδομή του τηλεφωνικού δικτύου σε ένα κτήριο.

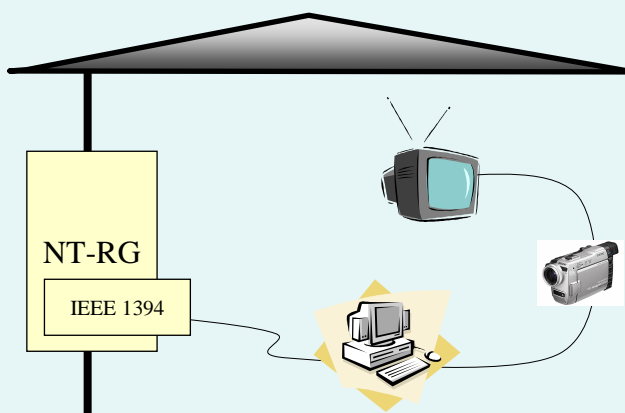
• Υποστηρίζει εγγενώς απλές τηλεφωνικές υπηρεσίες και μετάδοση δεδομένων με χρήση της υπάρχουσας καλωδίωσης

Τεχνολογία PLC



- Νέα πρότυπα επιτρέπουν τον έλεγχο με ψηφιακό τρόπο συσκευών CeBUS/EHS/LON/X10) ή και πλήρη δικτύωση υπολογιστικών συστημάτων (ethikia /homeplug) πάνω από το δίκτυο γραμμών του ηλεκτρικού ρεύματος.
- Ανήκει στην κατηγορία «όχι νέων καλωδίων» και έχουν επιτευχθεί ρυθμοί μετάδοσης μέχρι και 100 Mbps

Τεχνολογία IEEE1394



- Εναλλακτικά της δομημένης καλωδίωσης με UTP μπορεί να εφαρμοσθεί η τεχνολογία IEEE1394.
- Η επονομαζόμενη δικτύωση FireWire αναπτύχθηκε για τη διασύνδεση περιφερειακών μεγάλου ρυθμού μετάδοσης (ψηφιακές κάμερες κλπ.) σε PCs και μικρές αποστάσεις.
- Η αναγκαιότητα οπτικής ίνας ως μέσο για την υποστήριξη εφαρμογών πολυμέσων είναι δαπανηρή στο περιβάλλον των οικιακών χρηστών