

Τεχνολογίες και Λειτουργία της Τηλεπικοινωνιακής Αγοράς

Δίκτυα πρόσβασης (Α μέρος)

Τεχνολογίες δικτύων πρόσβασης

- Ενσύρματα δίκτυα πρόσβασης
 - POTS
 - ISDN
 - B-ISDN
 - DSL
- Οπτικά/Καλωδιακά δίκτυα πρόσβασης (μεριζόμενης ή σημείο-προς-σημείο)
 - PON
 - HFC

Τεχνολογίες δικτύων πρόσβασης

- Ασύρματα δίκτυα ευρείας ζώνης
 - 802.11
 - 802.16
 - LMDS (Local Multipoint Distribution Service)
 - Δορυφορικά
- Συγκέντρωση / Μεταγωγή κίνησης
 - Συγκεντρωτές κίνησης (Access concentrators)
 - Μεταγωγείς (switches)
 - Δρομολογητές

Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

Εισαγωγή

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, Ευρωπαϊά 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 Corps, πρώην επίτροπος
Αμερικανικής ρυθμιστικής αρχής
επικοινωνιών, Αύγουστος 2003

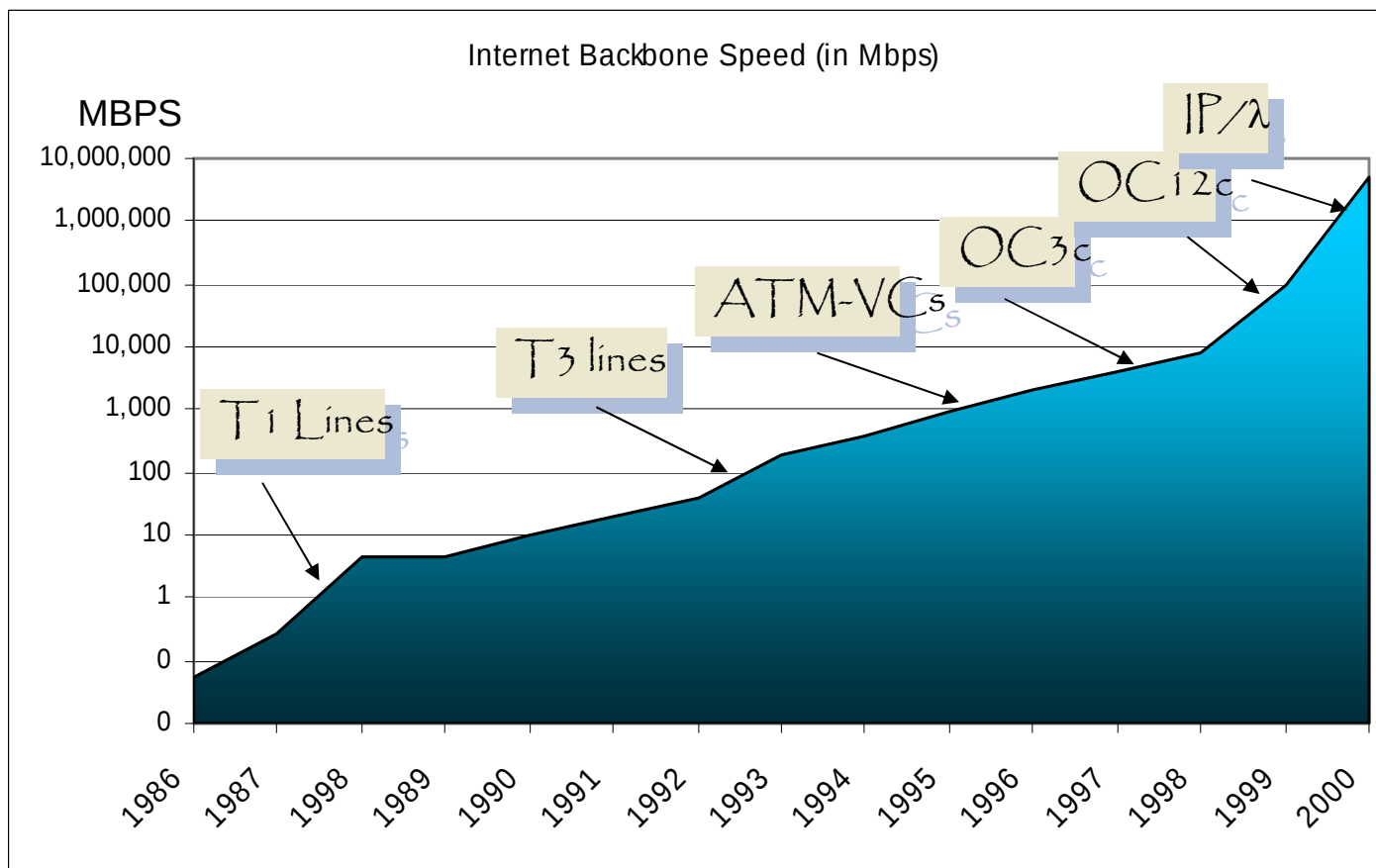
Που Βρισκόμαστε Σήμερα (III)

*"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)



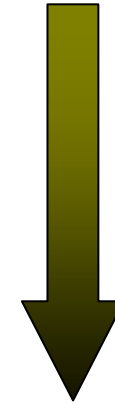
Ανάπτυξη του Διαδικτύου

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 πολλαπλών οπτικών κόμβων και διαχείρισης κίνησης (Traffic-Engineering control planes)

Δίκτυα πρόσβασης

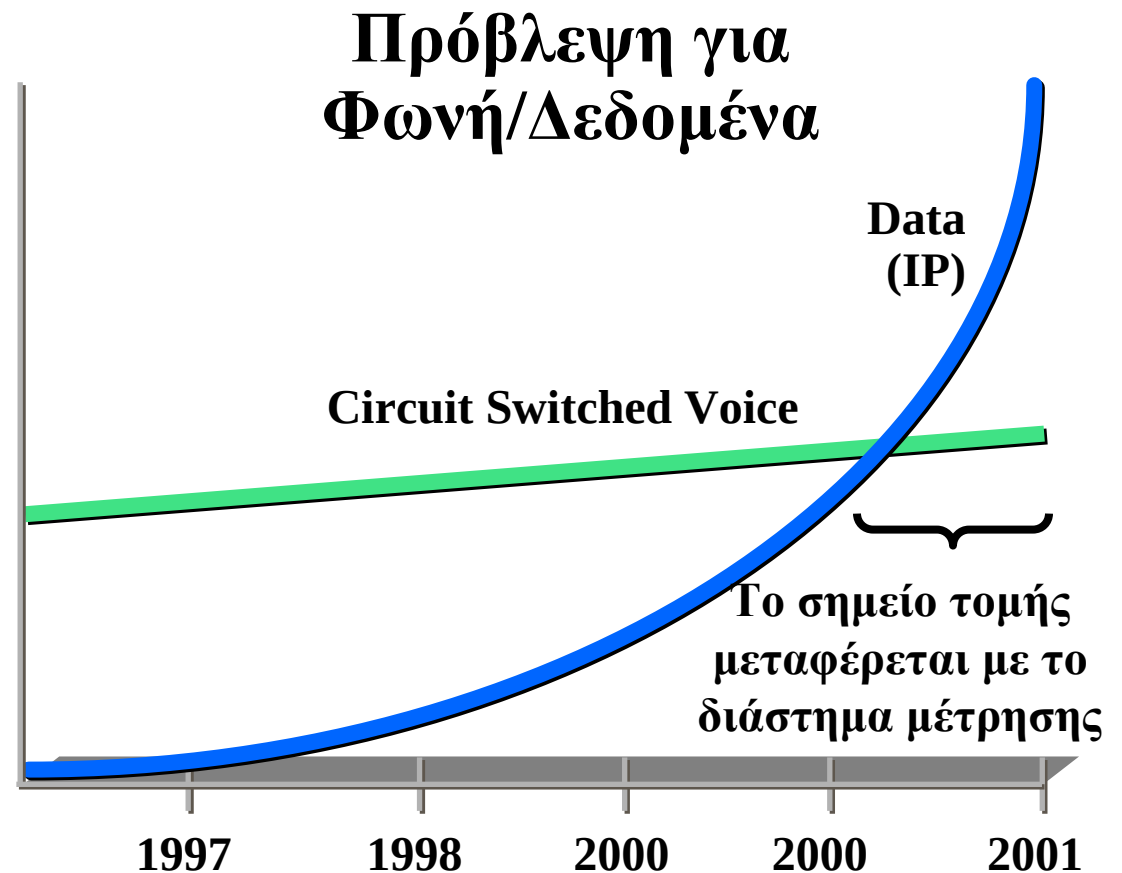


- Τα δίκτυα πρόσβασης εξελίσσονται...
 - xDSL, cable modem, 3G wireless
 - 100MFE and GiGE fibre access systems

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



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

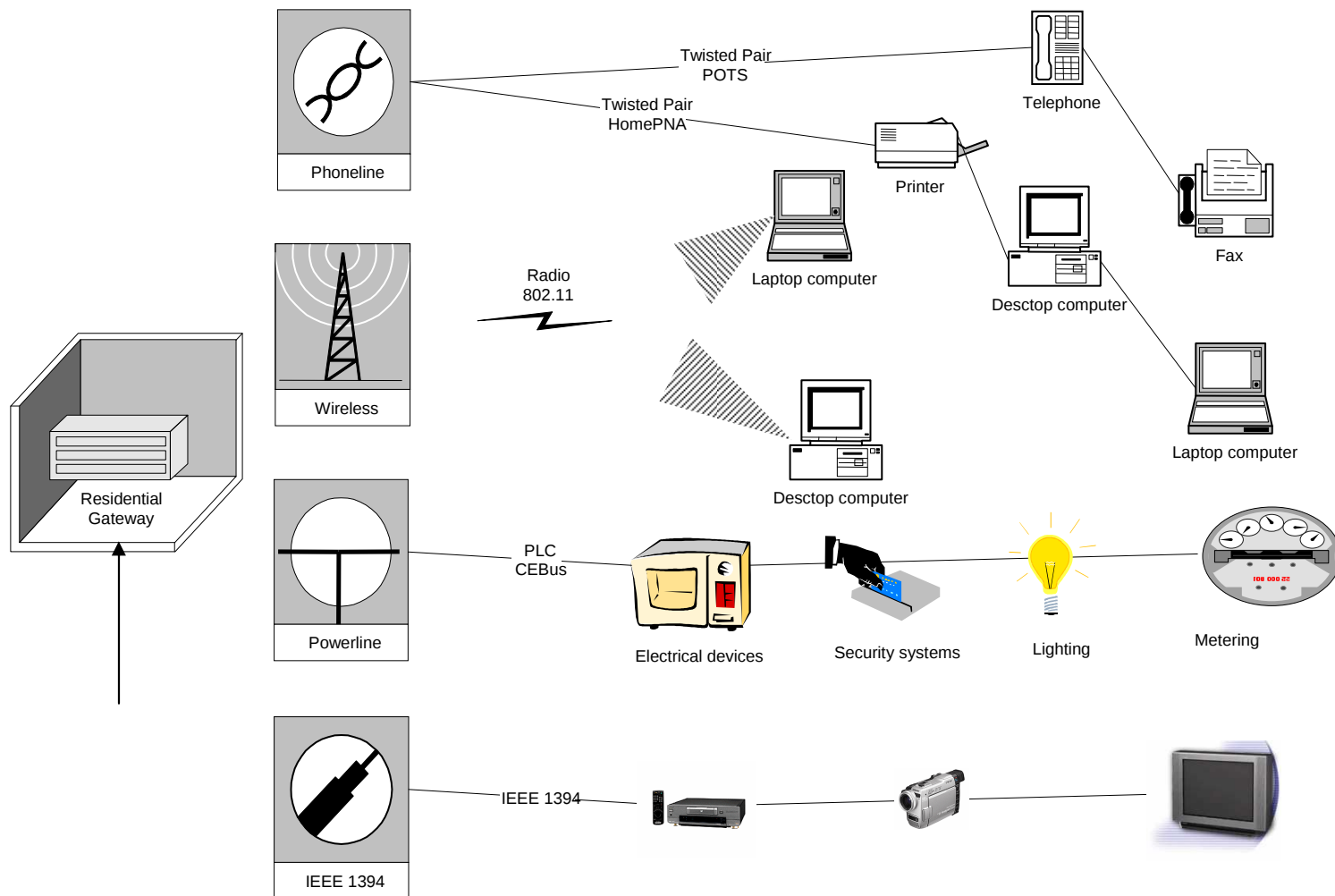
Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

**Αρχιτεκτονικές Τοπικών
Δικτύων**

Σύνδεση στον Συνδρομητικό Βρόχο

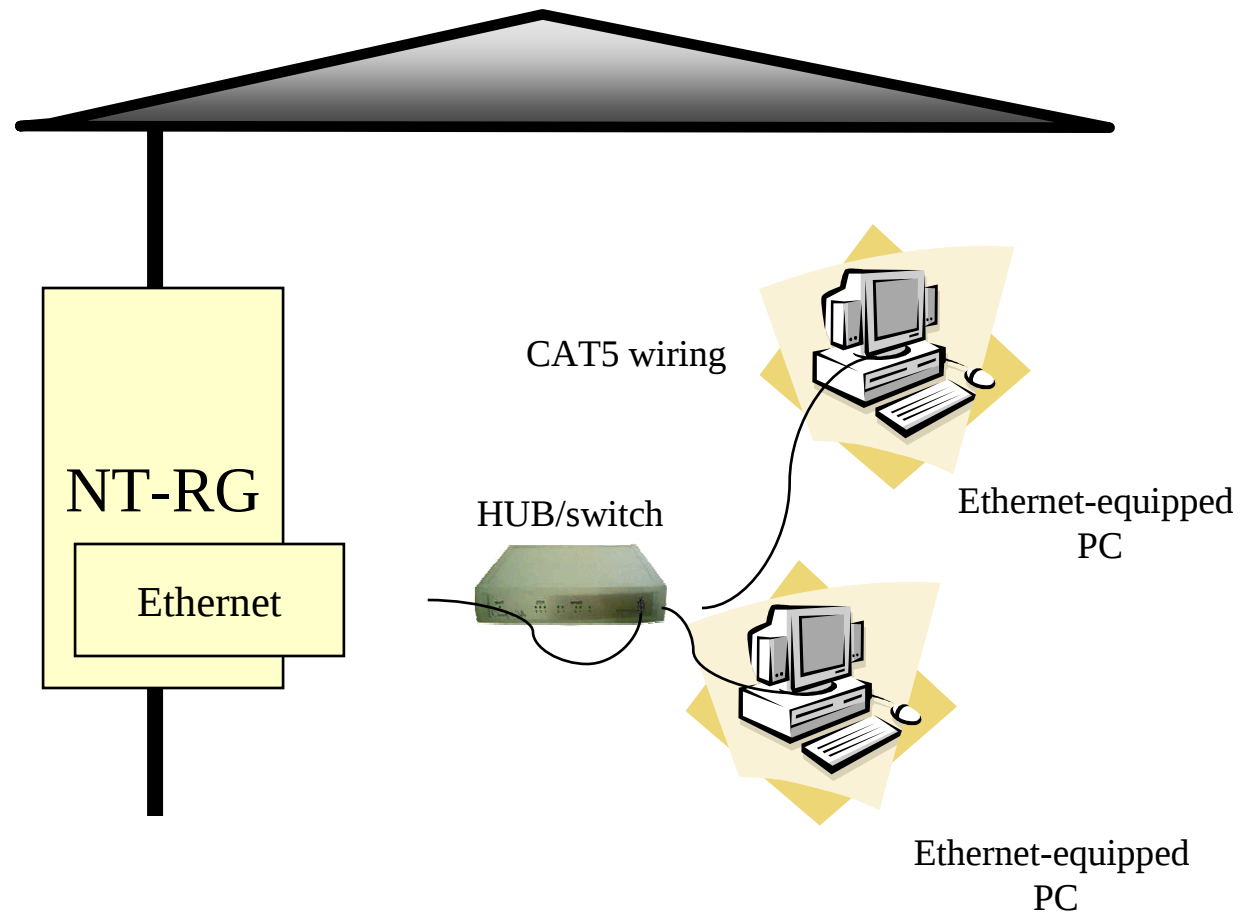
- Υπάρχουν 3 στάδια για την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών:
 1. Παραγωγή και συγκέντρωση κίνησης από τοπικά δίκτυα στον χώρο των συνδρομητών
 2. Διασύνδεση μέσω κατάλληλης διεπαφής και συσκευής (Customer Premises Equipment – CPE) στο συνδρομητικό βρόχο πρόσβασης (access local loop)
 3. Διασύνδεση του δικτύου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

Συγκέντρωση Κίνησης / Σημείο Πρόσβασης Χρήστη

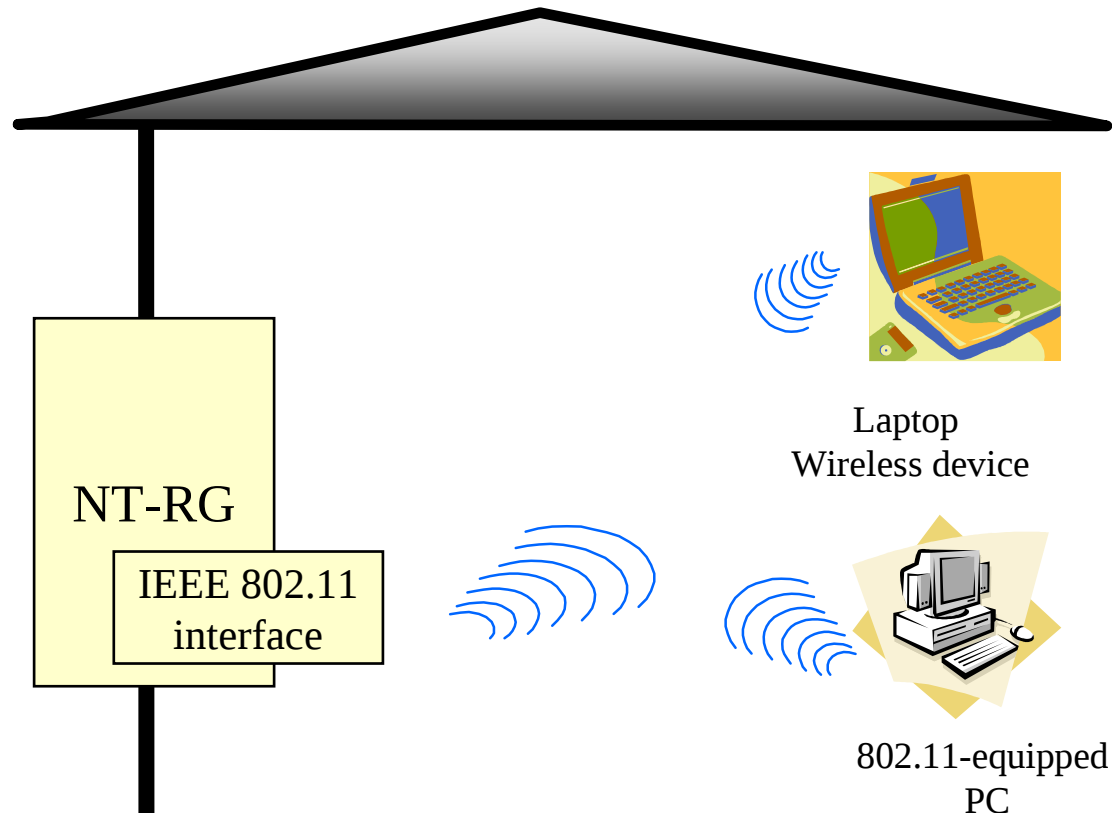


Τεχνολογία Ethernet

- 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)

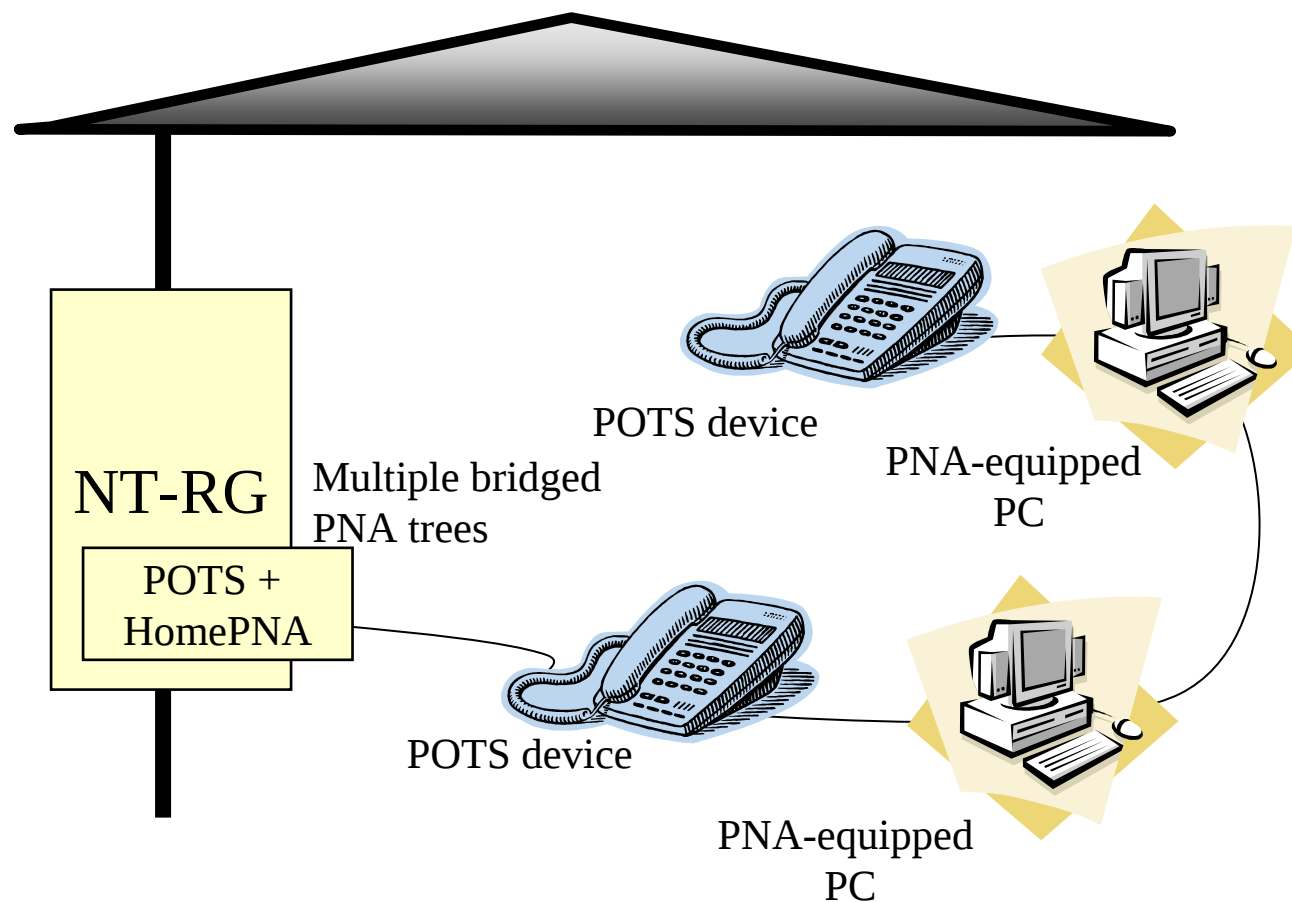


Τεχνολογίες Wireless LAN



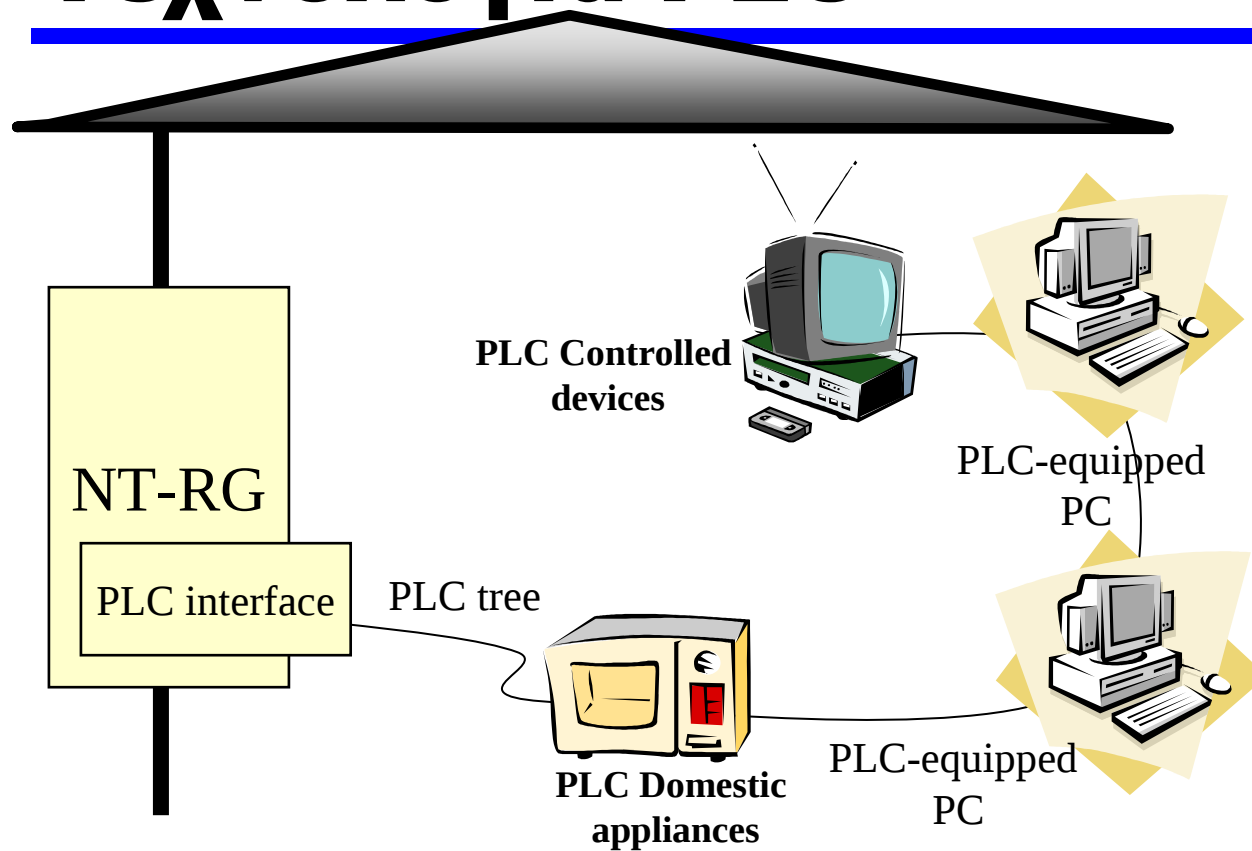
- Συμπεριλαμβάνουν τα πρωτόκολλα:
 - 802.11
 - HomeRF
 - Bluetooth
- Το πρώτο IEEE 802.11 έχει ήδη διαδοθεί ευρέως
- Αποτελεί την ασύρματη επέκταση ενός τοπικού δικτύου Ethernet με ό,τι αυτό συνεπάγεται (ευχρηστία, κινητικότητα κλπ.)

Τεχνολογία HomePNA



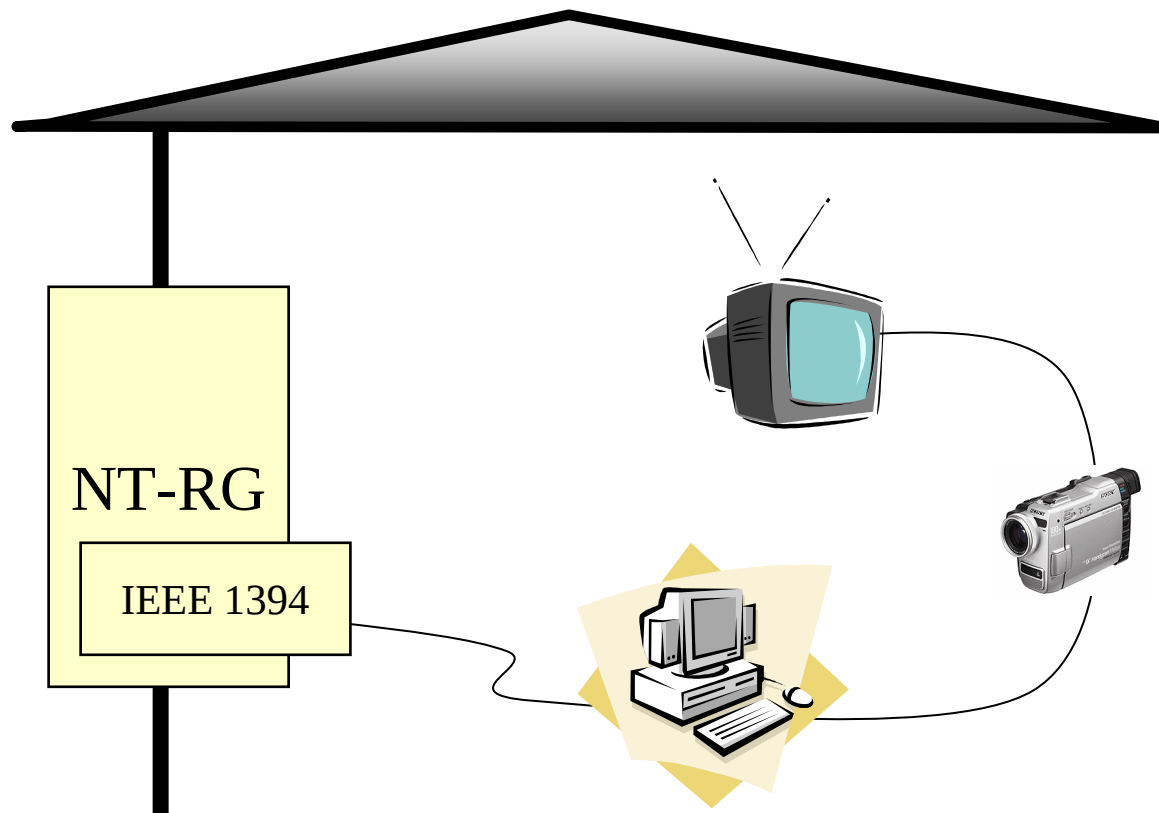
- Η Κοινοπραξία Home Phoneline Networking Alliance (HomePNA) ιδρύθηκε το 1998.
- Το αντίστοιχο πρότυπο 1.0 υποστηρίζει ρυθμούς μετάδοσης 1 Mbps (η επόμενη έκδοση 2.0 μέχρι 10 Mbps) πάνω από την υπάρχουσα καλωδίωση και υποδομή του τηλεφωνικού δικτύου σε ένα κτήριο.
- Υποστηρίζει εγγενώς απλές τηλεφωνικές 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 (enikia /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

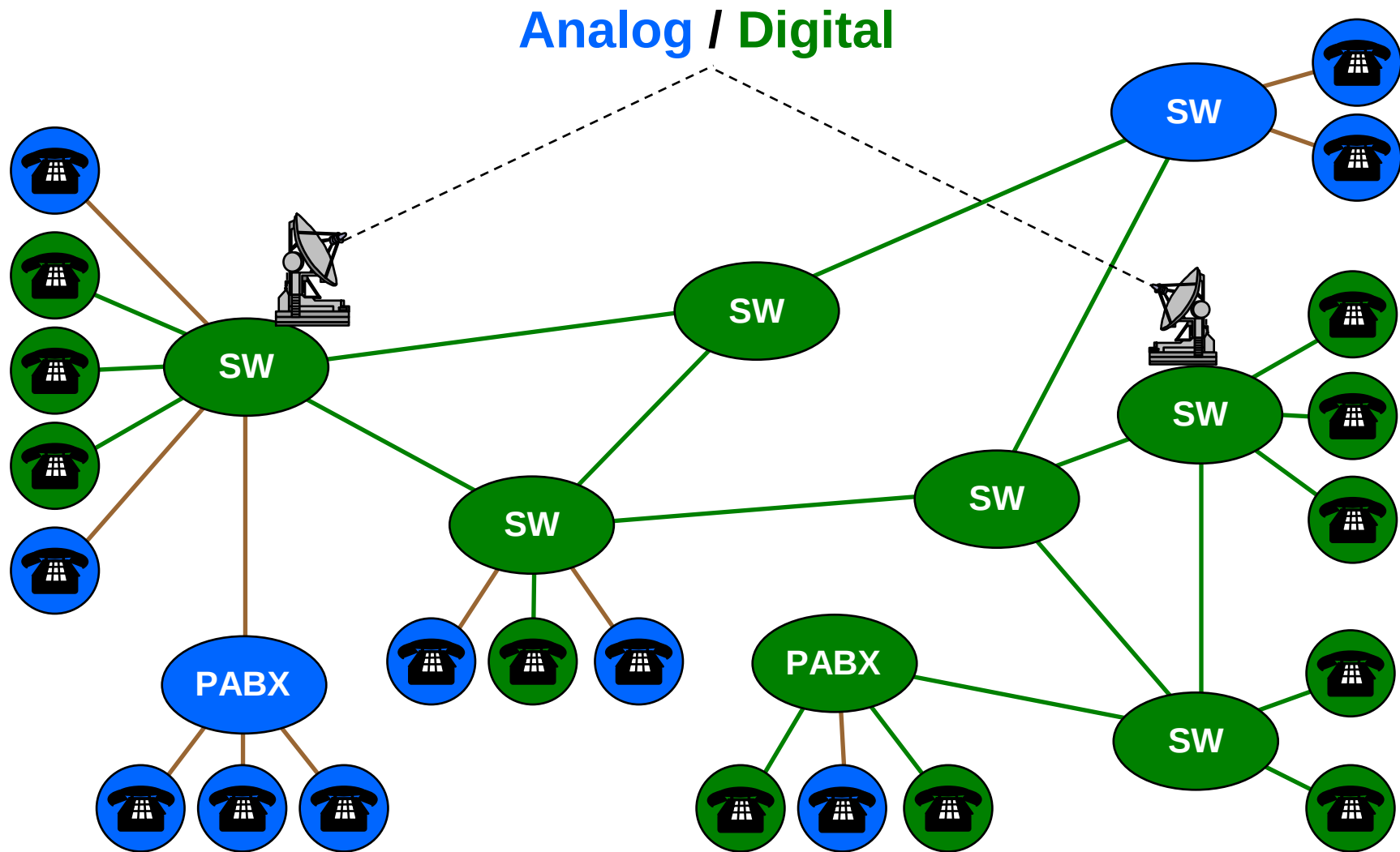


- Εναλλακτικά της δομημένης καλωδίωσης με UTP μπορεί να εφαρμοσθεί η τεχνολογία IEEE1394.
- Η επανομαζόμενη δικτύωση FireWire αναπτύχθηκε για τη διασύνδεση περιφερειακών μεγάλου ρυθμού μετάδοσης (ψηφιακές κάμερες κλπ.) σε PCs και μικρές αποστάσεις.
- Η αναγκαιότητα οπτικής ίνας ως μέσο για την υποστήριξη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

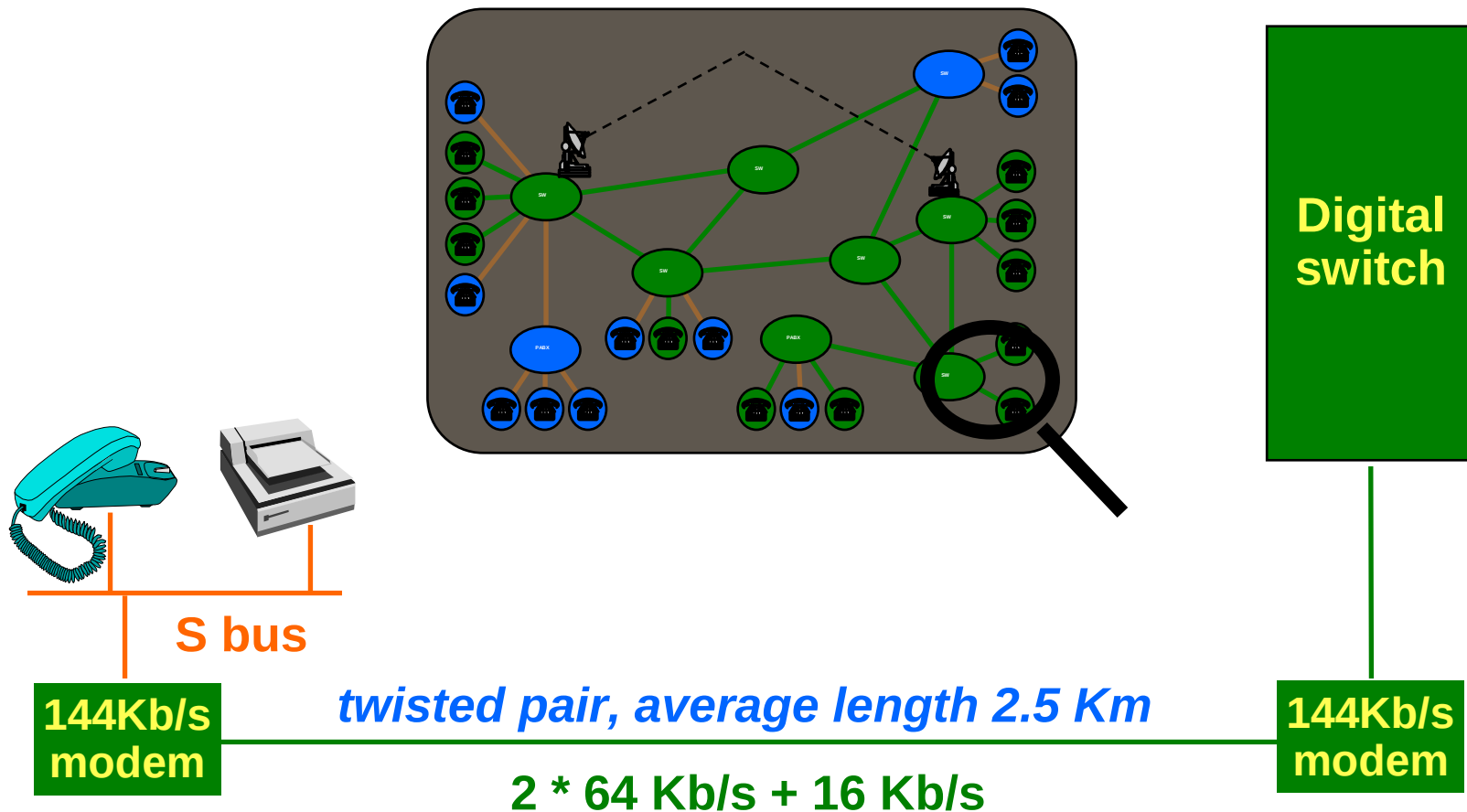
Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

**Το 1ο Δίκτυο Πρόσβασης: Το
τηλεφωνικό δίκτυο & η εξέλιξη αυτού
σε πλήρως ψηφιακό δίκτυο**

Αρχιτεκτονική Τηλεφωνικού Δικτύου

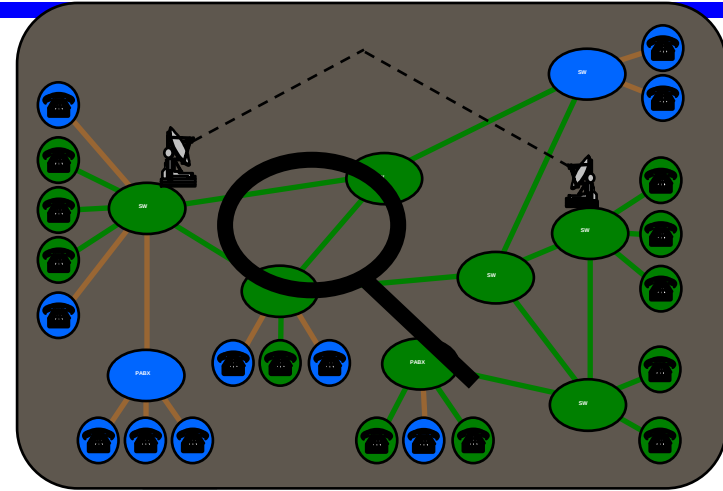


Πλήρως Ψηφιακό Δίκτυο (ISDN)



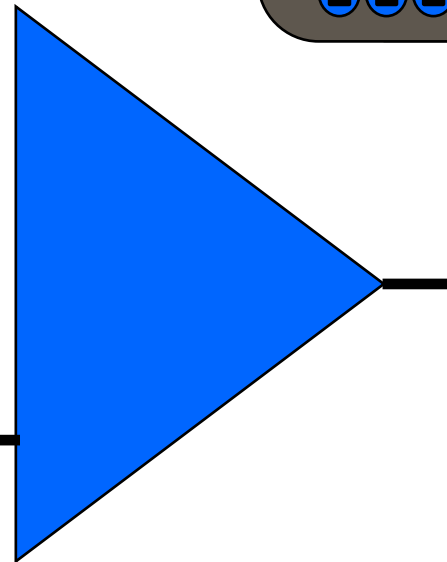
Πολύπλεξη με Διαίρεση Χρόνου (TDM)

Σύγχρονη
Πολύπλεξη



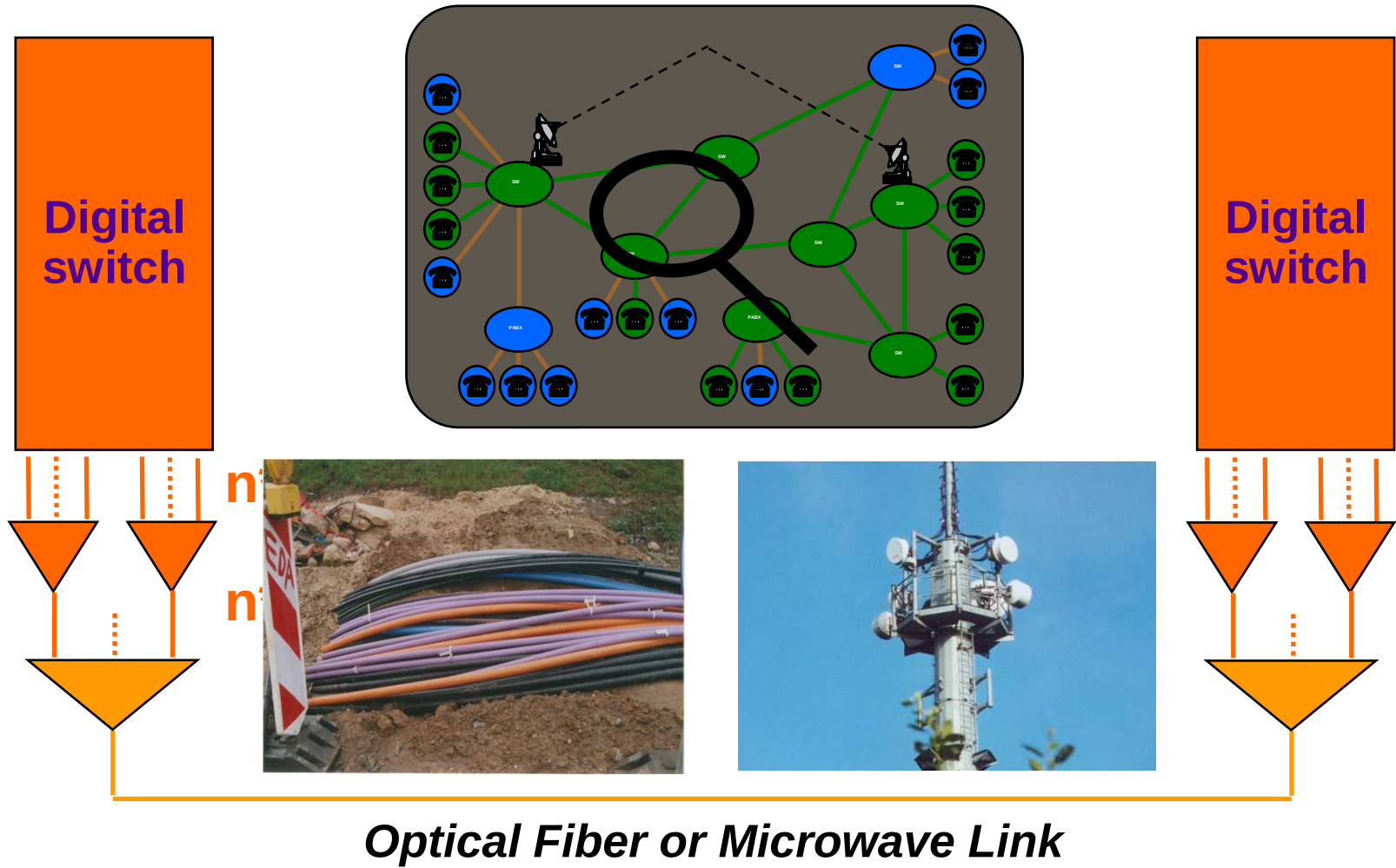
1 0 0 1

0 1 0 1



0 1 1 0 0 0 1 1

Κορμός του Τηλεφωνικού Δικτύου



Integrated Services Digital Network (ISDN)

ISDN

- “a network ... evolving from a telephony **integrated digital network** that provides end-to-end digital connectivity to support... voice and non-voice... by a limited set of interfaces...” (CCITT Rec. I.110, 1998)
- Χρησιμοποιεί το PSTN με κάποια αναβάθμιση
- Αποτελεί ένα ψηφιακό δίκτυο για την ενοποίηση των υπηρεσιών

Ψηφιοποίηση του **PSTN**

- Αρχικά: IDN = Integrated Digital Network
 - Ψηφιακές τεχνικές μετάδοσης & μεταγωγής (T1 κλπ)
- 1980: ISDN = Ενοποιημένη πρόσβαση σε όλες τις υπηρεσίες
 - Ένα σύνολο διεπαφών για όλες τις υπηρεσίες/πολλαπλοί ρυθμοί
 - Υποστηρίζει και τις δύο τεχνικές μεταγωγής (circuit /packet)
 - Σηματοδοσία εκτός ζώνης (Out-of-band)
 - Εξελεγχόμενες λειτουργίες με βάση το Signaling System 7 (SS7)
 - Ιεραρχία πρωτοκόλλων

Διεπαφές **ISDN: BRI & PRI**

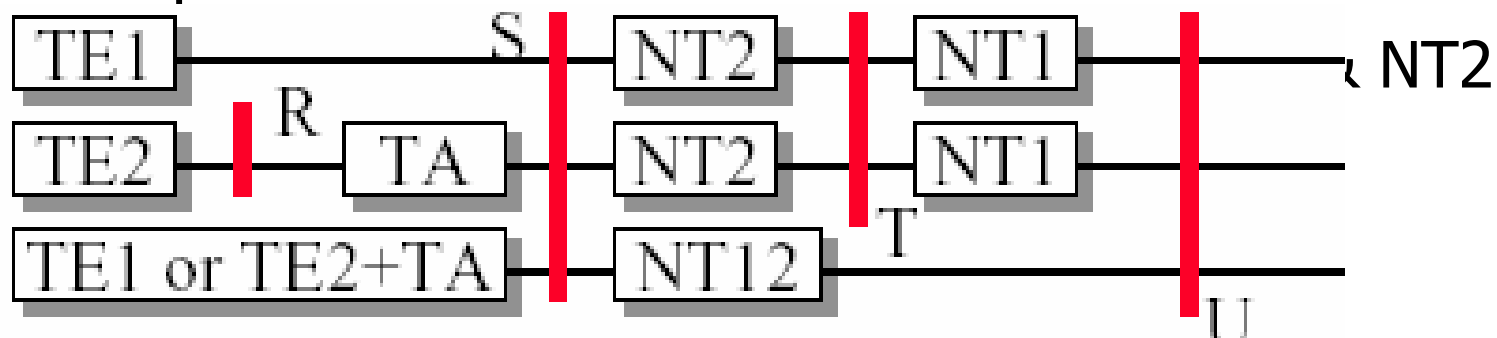
- Δύο τύποι διεπαφών:
 - Primary Rate Interface - PRI. 23 B κανάλια & 1 D ή 24 B (23B+D ή 24B)
 - Basic Rate Interface - BRI. 2 B κανάλια & 1 D (2B+D)
- B channels $\Leftrightarrow$ bearer channels.
 - Μεταφορά δεδομένο (φωνή, data). Πάντα 64 kbps.
- D channel (delta channel)
 - Σηματοδοσία out-of-band.
 - 16 kbps στο BRI & 64 kbps στο PRI.

Λειτουργικές Μονάδες

- Terminal Equipment 1 (TE1) : ISDN τερματικό
- Terminal Equipment 2 (TE2) : Non-ISDN
- Terminal Adapter (TA) : Προσαρμογέας TE2 σε δίκτυο ISDN
- Network Termination 1 (NT1): Συσκευή φυσικού στρώματος
 - Πολύπλεξη σε επίπεδο Bit καναλιών B & D
- Network Terminator 2 (NT2): OSI layer 2-3 (PBX, LAN)
- Network Terminator 1,2 (NT12): NT1 + NT2

Σημεία Αναφοράς (Reference Points)

- Προσδιορίζουν τις συνδέσεις μεταξύ συσκευών ISDN και τις προδιαγραφές τους
 - Χρησιμοποιούνται λατινικά γράμματα, (R, S, T, S/T, U ...)
 - U σημείο αναφοράς μεταξύ τερματισμού γραμμής & συνδρομητή
 - R σημείο αναφοράς μεταξύ non-ISDN & Terminal Adaptor



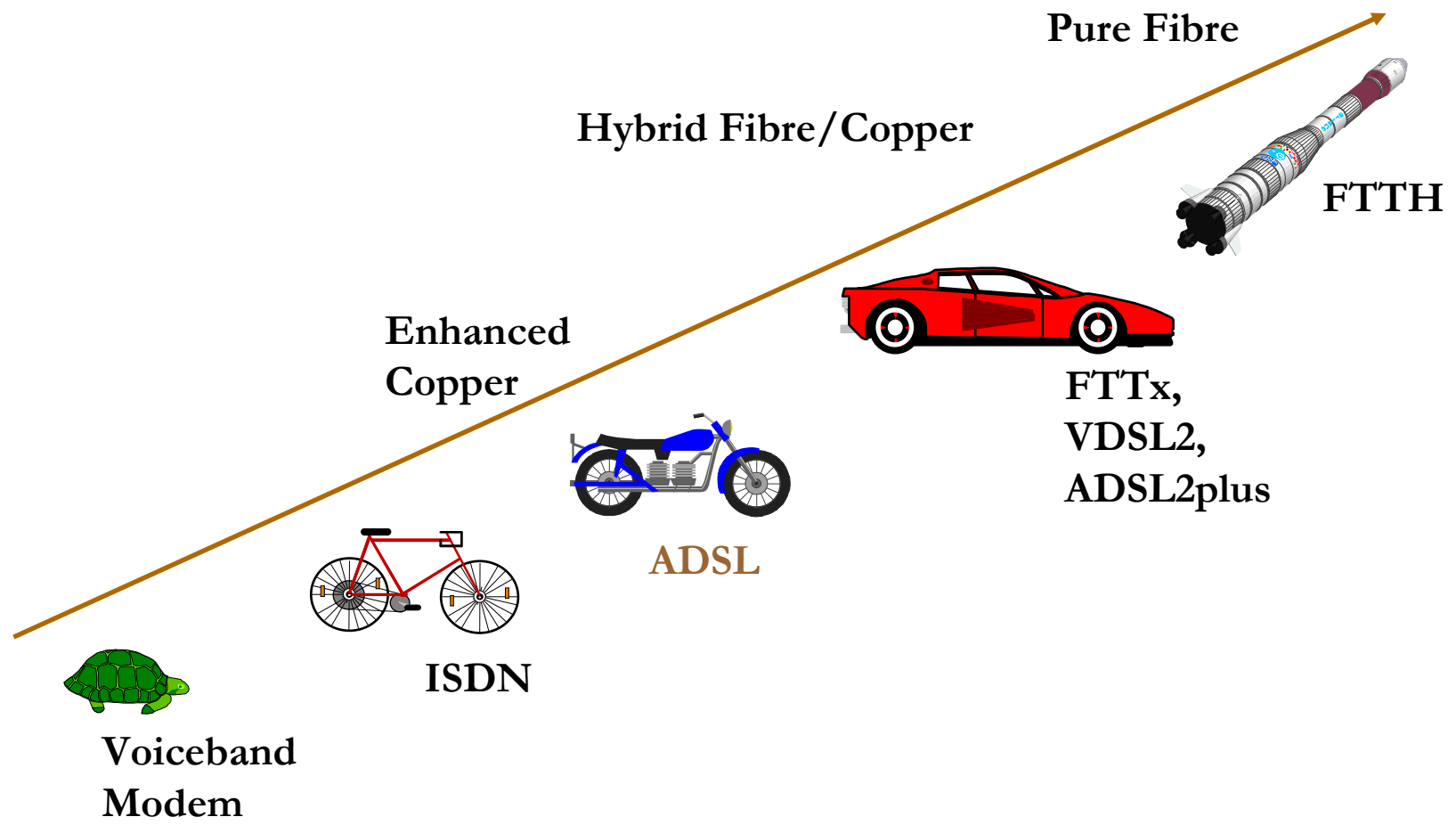
Πρωτόκολλα **ISDN**

Application	End-to-end user signaling			
Presentation				
Session				
Transport				
Network	Q.931	X.25 packet		
Datalink	LAPD		I.465/V.120	X.25 packet LAPB
Physical	I.430 basic or I.431 Primary			

Τεχνολογίες Δικτύων Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

Digital Subscriber Line (DSL)

Εξέλιξη της Ψηφιακής Πρόσβασης



Digital Subscriber Line (DSL)

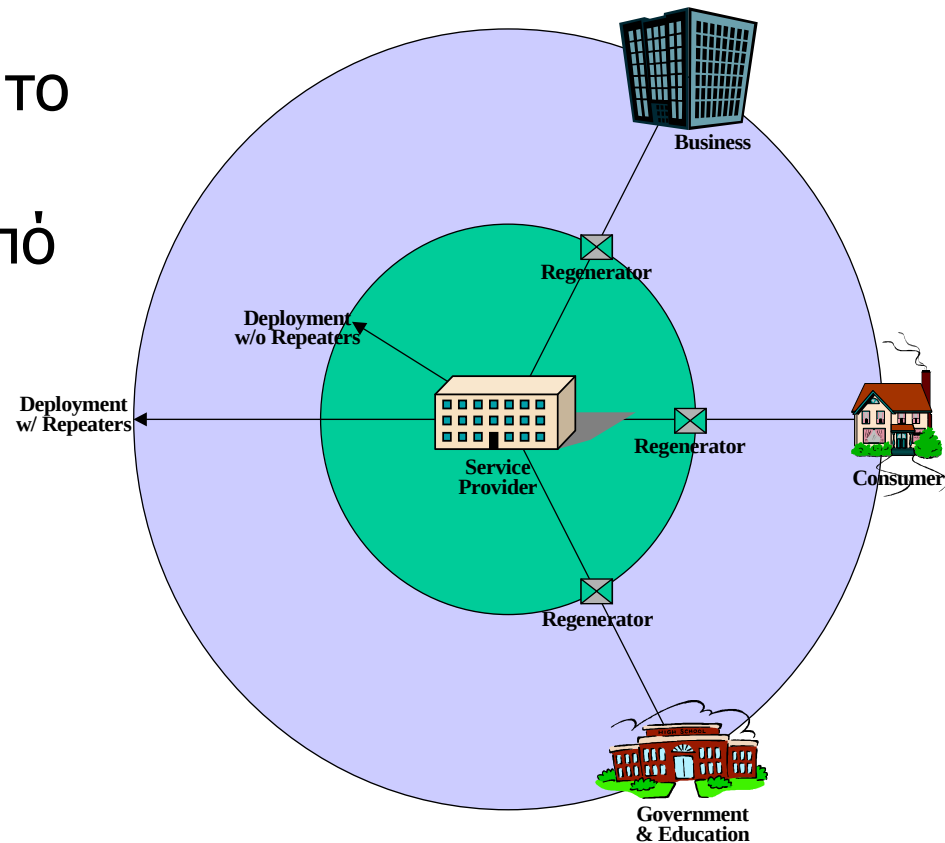
- Η DSL τεχνολογία είναι μία σχετικά νέα τεχνολογία, η οποία έχει κάνει δυναμική εμφάνιση στον οικιακό χώρο και στις επιχειρήσεις
- Ο αριθμός των DSL συνδρομητών ξεπέρασε τους 100M και αναμένεται να φτάσει τους 500M μέχρι το 2010
- Με την DSL τεχνολογία επιτυγχάνονται **υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων πάνω από το κοινό τηλεφωνικό δίκτυο, χωρίς να απαιτείται σημαντική αλλαγή της υπάρχουσας υποδομής**
- Η DSL τεχνολογία υποστηρίζει παράλληλη μεταφορά δεδομένων και φωνής πάνω από τις υπάρχουσες τηλεφωνικές καλωδιώσεις χαλκού

DSL

- Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση υψηλότερων συχνοτήτων μετάδοσης δεδομένων από τις συχνότητες που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση φωνής
- Το μειονέκτημα της χρήσης υψηλότερων συχνοτήτων μετάδοσης είναι ότι αυξάνεται η απόσβεση του σήματος σε σχέση με την απόσταση του χρήστη από το τηλεφωνικό κέντρο
- Η DSL τεχνολογία υποστηρίζει μία σειρά από παραλλαγές, με διαφορετικούς ρυθμούς και χαρακτηριστικά μετάδοσης
- Οι παραλλαγές αυτές αναφέρονται με την ονομασία xDSL

Έκταση ADSL

- Τυπικές αποστάσεις στις οποίες μπορεί να λειτουργήσει αξιόπιστα το ADSL μπορούν να εκτείνονται ως 18 kft από το ψηφιακό κέντρο (central office)
- Για την επέκτασή του υπάρχουν εναλλακτικές



DSL

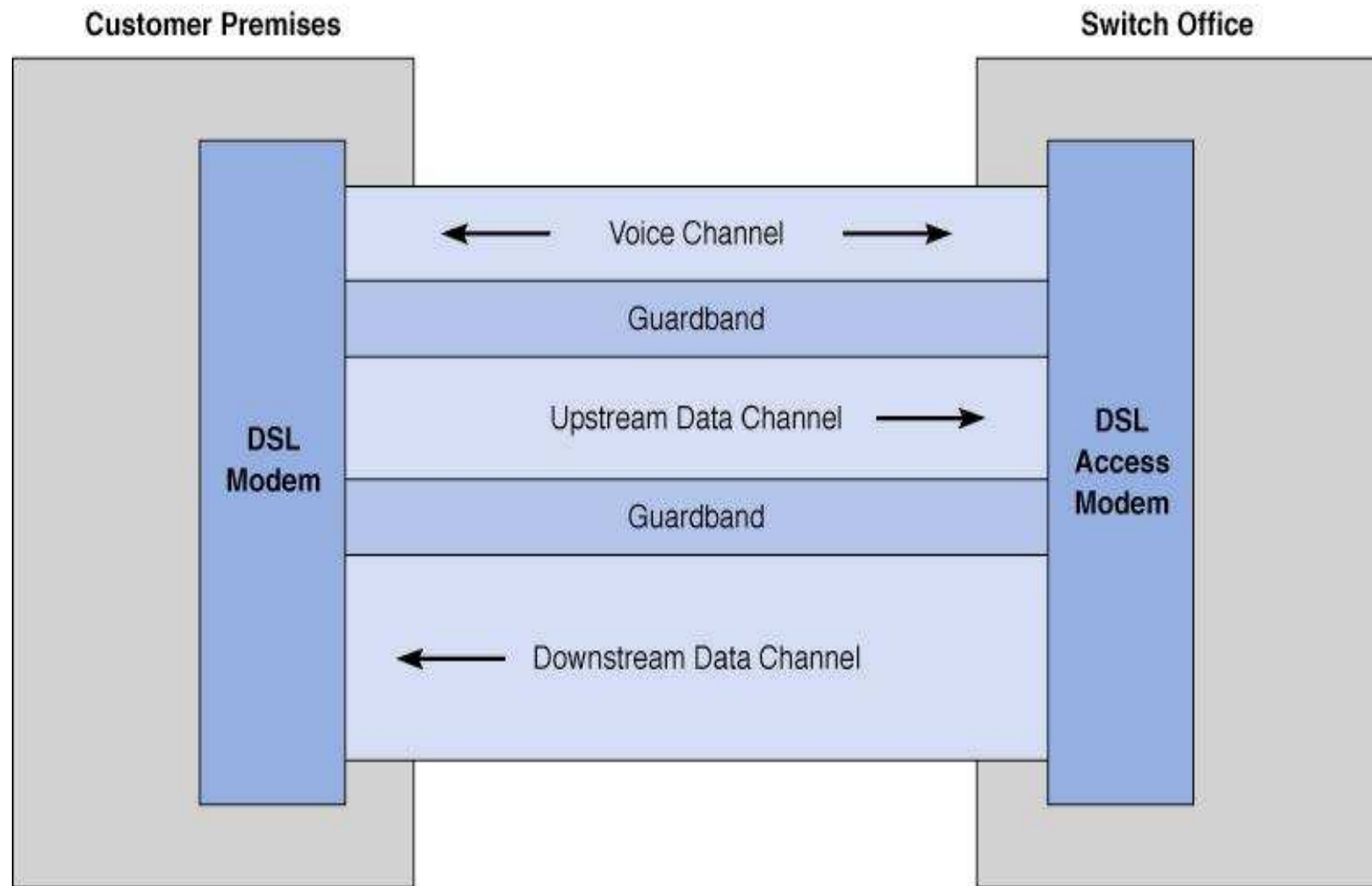
- Η διασύνδεση του χρήστη στο Διαδίκτυο γίνεται με αυτοματοποιημένο τρόπο κάνοντας 'click' στον browser. Δεν απαιτείται 'dialing' διαδικασία
- Ευκολία στην εγκατάσταση του DSL εξοπλισμού
- Αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων πάνω από το φυσικό μέσο του χαλκού
- Ασφαλής μεταφορά δεδομένων αφού ο κάθε χρήστης εγκαθιστά τη δική του, σημείο προς σημείο, DSL σύνδεση με τον παροχέα υπηρεσιών. Δεν γίνεται διαμοιρασμός του φυσικού μέσου, οπότε κανένας χρήστης δεν έχει πρόσβαση στα δεδομένα άλλου χρήστη
- Οικονομικά συμφέρουσα λύση, ιδίως σε περιπτώσεις που παρέχεται πρόσβαση στο Διαδίκτυο σε πολλούς χρήστες ταυτόχρονα, πάνω από την ίδια DSL διασύνδεση

DSL

Πολυπλεξία

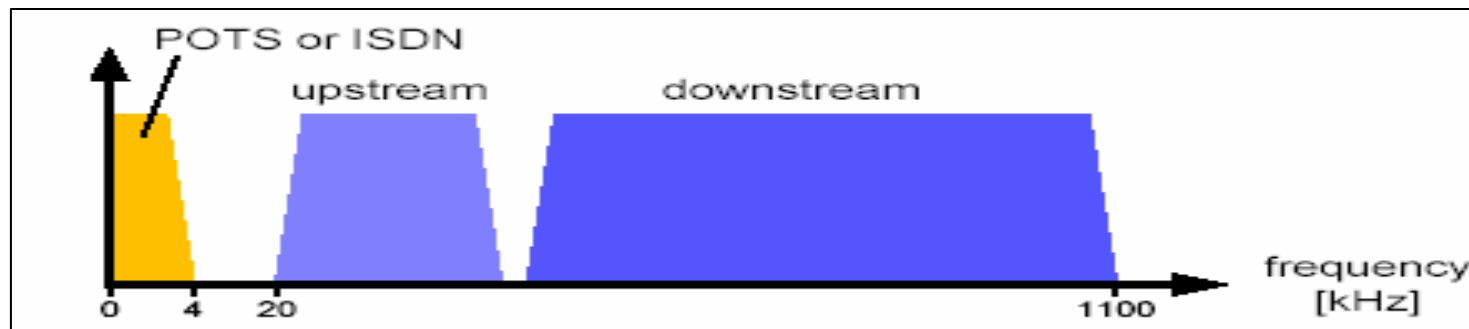
- Η DSL τεχνολογία χρησιμοποιεί συνήθως την Frequency Division Multiplexing (FDM) τεχνική για τον διαχωρισμό των συχνοτήτων σε τρία κανάλια
- Η FDM τεχνική είναι ευκολότερη και φθηνότερη για την υλοποίηση στα DSL modems
- Με την FDM τεχνική δεν υπάρχει επικάλυψη συχνοτήτων στα τρία κανάλια
- Τα κανάλια αυτά είναι:
 - α. Μεταφοράς φωνής στο εύρος συχνοτήτων 0-4 kHz
 - β. Μετάδοσης δεδομένων στην κατεύθυνση από τον χρήστη προς το δίκτυο (upstream). Π.χ. για ADSL στο εύρος συχνοτήτων 30-150 kHz
 - γ. Μετάδοσης δεδομένων στην κατεύθυνση από το δίκτυο προς τον χρήστη (downstream). Π.χ. για ADSL στο εύρος συχνοτήτων 160-1100 kHz

DSL - Πολυπλεξία

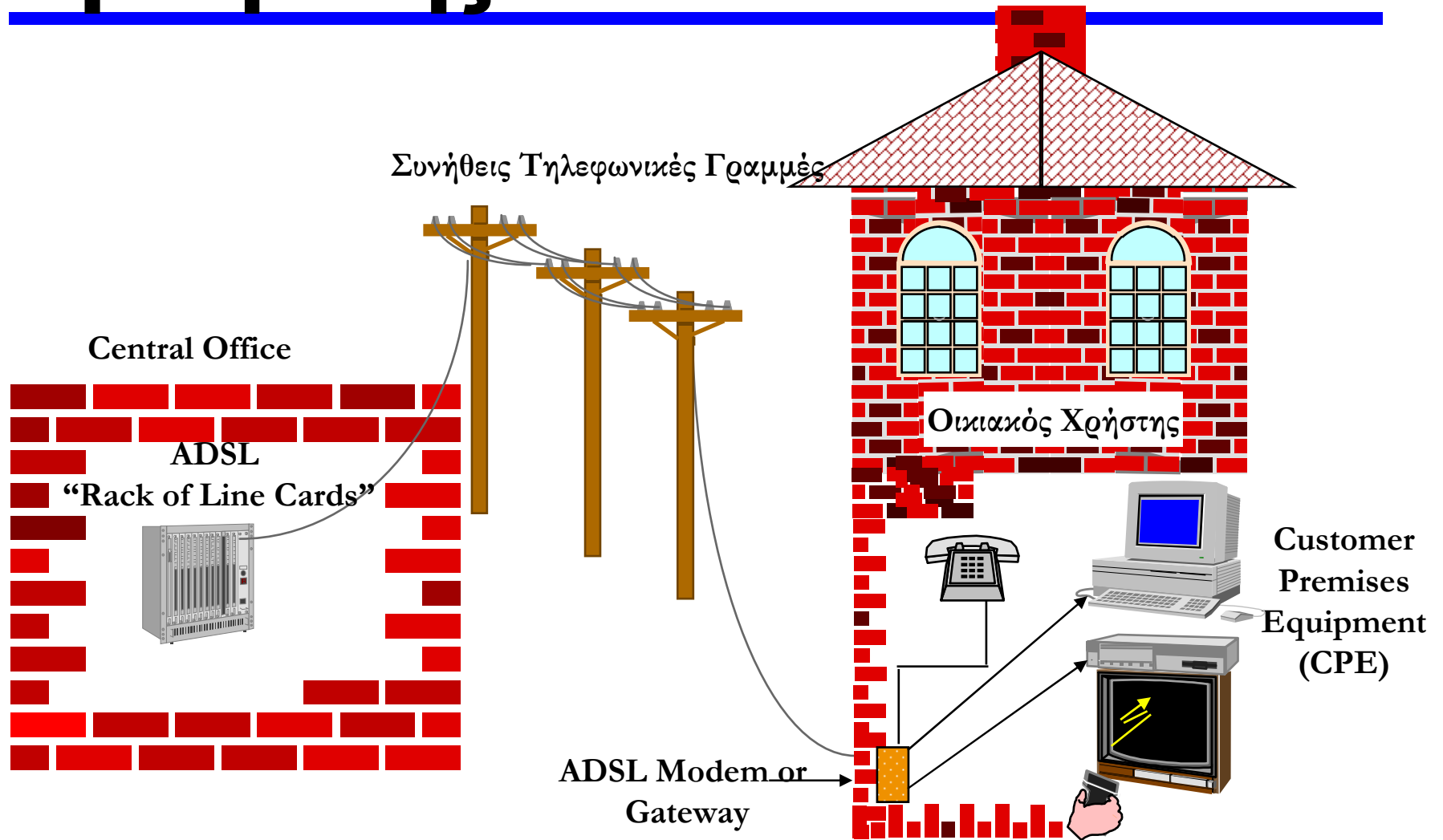


ADSL

- Το ADSL modem χρησιμοποιεί δύο μεθόδους για τον χωρισμό του εύρους συχνοτήτων στα τρία κανάλια φωνής και δεδομένων:
 - α. FDM (Frequency Division Multiplexing). Δεν υπάρχει επικάλυψη συχνοτήτων στα κανάλια μεταφοράς φωνής και δεδομένων και στις δύο κατευθύνσεις
 - β. EC (Echo Cancellation). Υπάρχει επικάλυψη των συχνοτήτων στην downstream και upstream κατεύθυνση και απαιτεί την ύπαρξη μηχανισμών αντιστάθμισης ηχούς για τη διάκριση τους



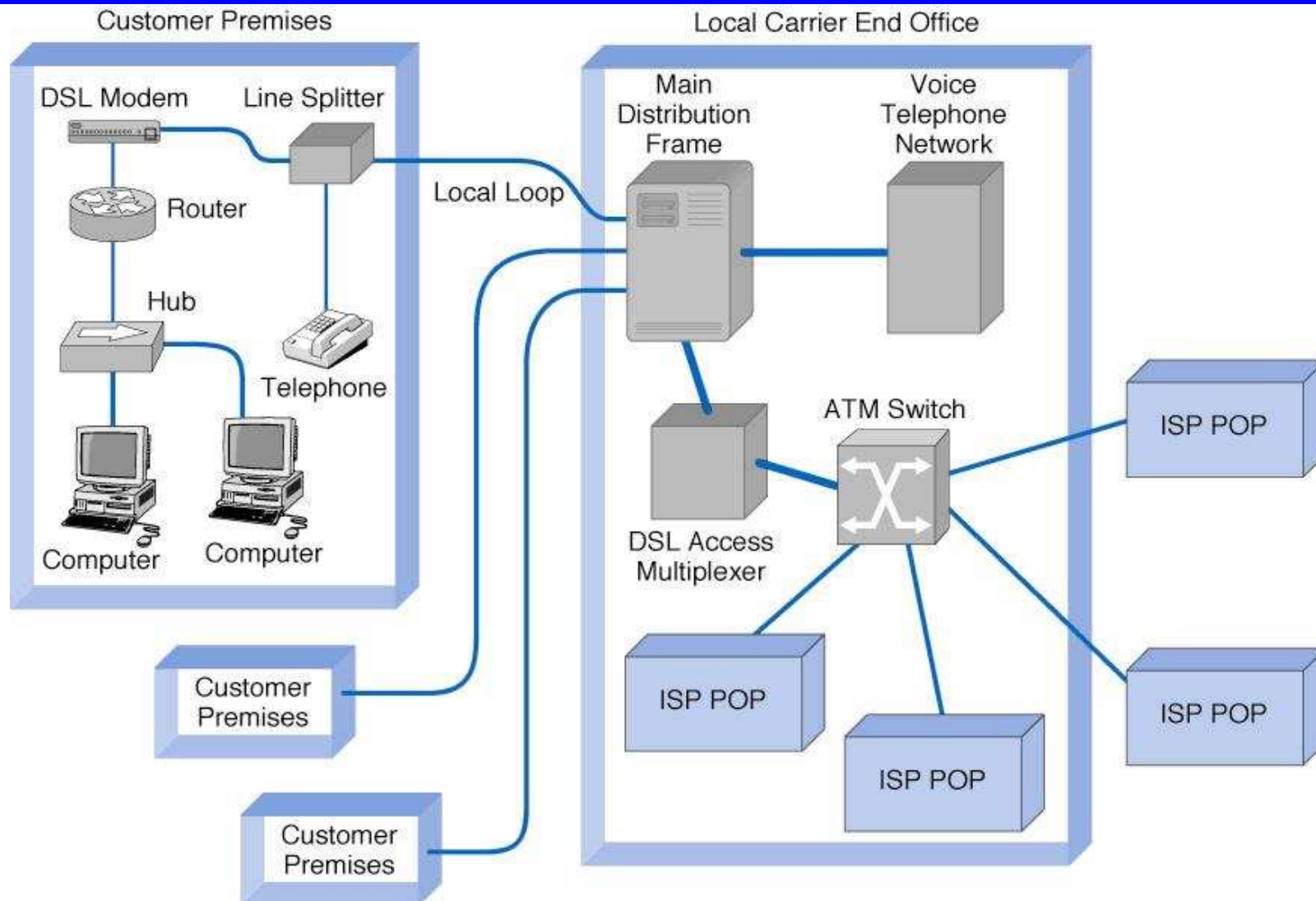
Εξοπλισμός ADSL στο Δίκτυο Πρόσβασης



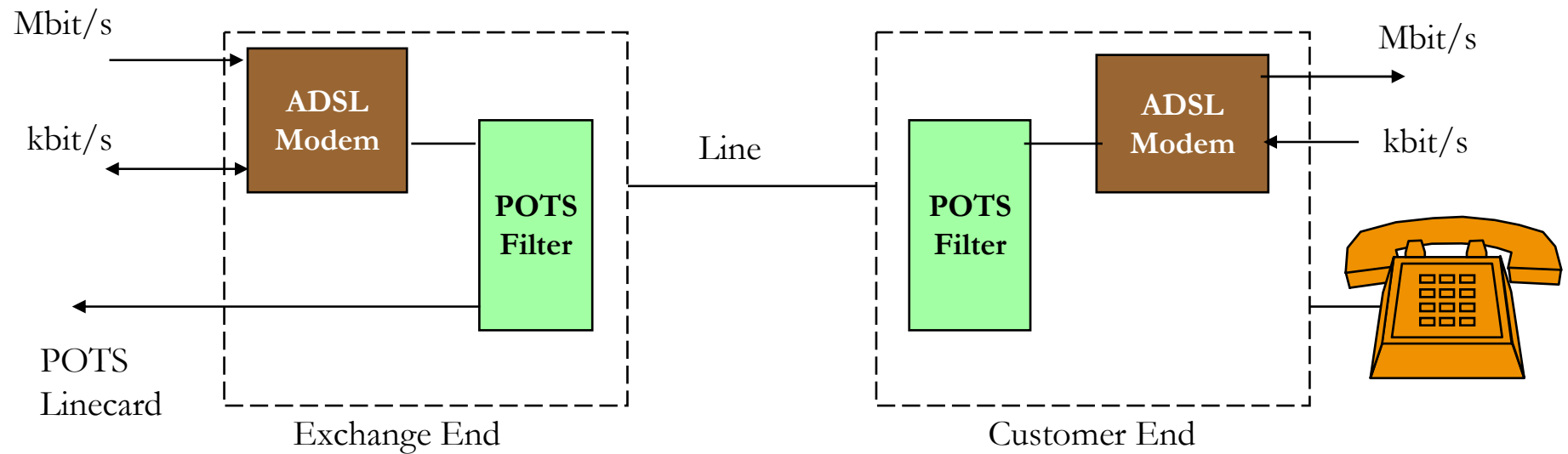
DSL - Αρχιτεκτονική

- Η DSL τεχνολογία παρέχει ξεχωριστά κανάλια μεταφοράς δεδομένων και φωνής
- Στην πλευρά του χρήστη εγκαθίσταται το DSL modem, στο οποίο συνδέονται οι Η/Υ για την αποστολή και την λήψη των Ethernet πακέτων
- Η συσκευή διαχωριστής (splitter) διαχωρίζει τις ακουστικές συχνότητες από τις συχνότητες που χρησιμοποιούνται από το DSL για τη μεταφορά δεδομένων
- Στην πλευρά του τοπικού κέντρου μεταγωγής, όπου τερματίζεται ο τοπικός βρόγχος υπάρχει αντίστοιχη συσκευή διαχωρισμού, η οποία διαχωρίζει το σήμα ακουστικών συχνοτήτων και το στέλνει προς το τηλεφωνικό δίκτυο, ενώ το σήμα DSL το στέλνει προς το δίκτυο δεδομένων

Συνολική Αρχιτεκτονική Δικτύου Πρόσβασης ADSL



ADSL – Αρχιτεκτονική Modem



DSL Αρχιτεκτονική

- Η συσκευή DSLAM (DSL Access Multiplexer) παίζει το ρόλο ενός συγκεντρωτή-πολυπλέκτη DSL γραμμών, που ουσιαστικά πραγματοποιεί τη σύνδεση με το δίκτυο του ISP για την ανταλλαγή των δεδομένων με τους χρήστες
- Η λογική διασύνδεση των δικτύων δεδομένων με τη συσκευή DSLAM πραγματοποιείται στο επίπεδο L2. Στην περίπτωση που το L2 είναι το ATM, η διασύνδεση επιτυγχάνεται με τη χρήση PVC κυκλωμάτων που συνδέουν τις DSLAM συσκευές με τους ISPs
- Η λογική διασύνδεση του χρήστη με τη συσκευή DSLAM πραγματοποιείται με τη χρήση του πρωτοκόλλου PPP. Στην περίπτωση που το L2 της DSLAM συσκευής είναι το ATM, τότε το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται είναι το PPP πάνω από ATM (PPPoA)

DSL Παραλλαγές

- Ο όρος xDSL σημαίνει “σημείο-προς-σημείο, τεχνολογίες πρόσβασης δικτύου που επιτρέπουν τη μεταφορά διαφορετικών τύπων δεδομένων (π.χ. φωνή, δεδομένα, video, ...) πάνω από καλωδιώσεις χαλκού στον τοπικό βρόγχο μεταξύ του παροχέα υπηρεσιών (network service provider's central office) και του χώρου του συνδρομητή (customer site)”
- Το γράμμα 'x' δηλώνει την ύπαρξη πολλών παραλλαγών
- Οι περισσότερες xDSL τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα με τις υπάρχουσες τηλεφωνικές υπηρεσίες (POTS/ISDN)
- Ο κύριος σκοπός των xDSL τεχνολογιών είναι να παρέχουν οικονομικές ευρυζωνικές υπηρεσίες σε οικίες και επιχειρήσεις

Εναλλακτικές Τεχνολογίες DSL

Family	ITU	Name	Ratified	Maximum Speed capabilities
ADSL	G.992.1	G.dmt	1999	7 Mbps down, 800 kbps up
ADSL2	G.992.3	G.dmt.bis	2002	8 Mb/s down, 1 Mbps up
ADSL2plus	G.992.5	ADSL2plus	2003	24 Mbps down, 1 Mbps up
ADSL2-RE	G.992.3	Reach Extended	2003	8 Mbps down 1 Mbps up
SHDSL	G.991.2	G.SHDSL	2001	5.6 Mbps up/down
VDSL	G.993.1	Very-high-data-rate DSL	2004	55 Mbps down, 15 Mbps up
VDSL2	G.993.2	Very-high-data-rate DSL 2	2005	100 Mbps up/down

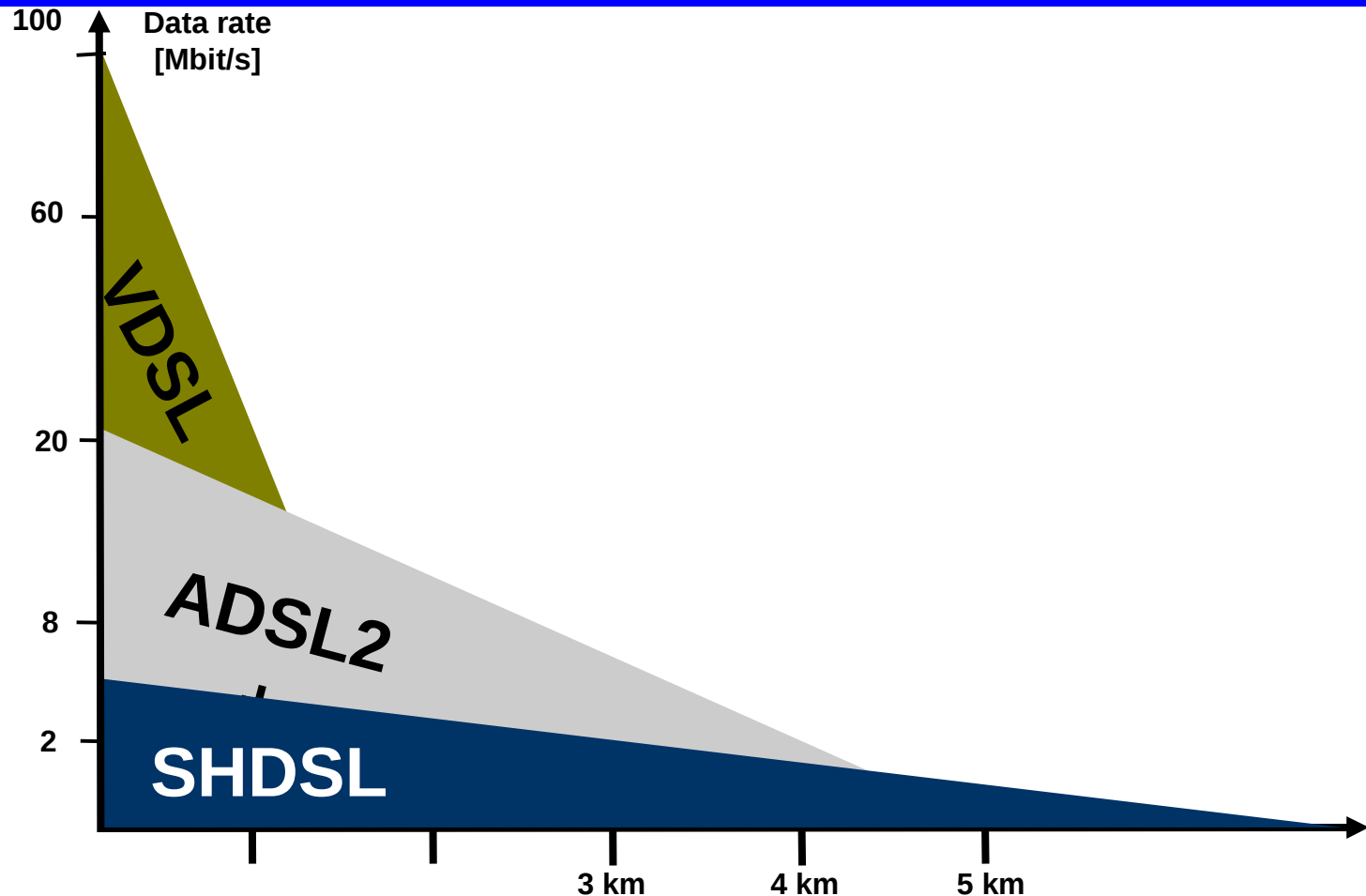
DSL Forum - Εργασίες Αναβάθμισης DSL

Technical Area	Technical Reports
End-to-end Network Architecture	TRs 001, 003, 010, 011, 012, 042, 058, 059, and 092
CPE Configuration	TRs 007, 019, 020, 032, 061, 064, 068, 069, and 094
Network Operations & Management	TRs 015, 016, 022, 024, 027, 030, 034, 035, 037, 041, 047, 050, 051, 052, 053, 054, 063, 065, and 066
Interoperability Specifications & Testing	TRs 023, 026, 029, 031, 033, 045, 049, 055, 060, and 067

DSL Παραλλαγές

- Χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:
 - α. Symmetric DSL (SDSL) που παρέχει τον ίδιο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (μέχρι 128 Kbps) και στις δύο κατευθύνσεις
 - β. Asymmetric DSL (ADSL) που παρέχει διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων προς (μέχρι 640 Kbps) και από (μέχρι 6.144 Mbps) το δίκτυο του παροχέα
- Οι κύριες xDSL τεχνολογίες είναι οι:
 - α. ADSL (Assymmetric DSL)
 - β. HDSL (High Bit-Rate DSL)
 - γ. VDSL (Very High Bit-Rate DSL)

Σύγκριση Εναλλακτικών Τεχνολογιών DSL



 **VDSL2** = Ταχύτητα VDSL με έκταση (Reach) ADSL/2+ & ευελιξία

High Bit-Rate DSL (HDSL) - Χαρακτηριστικά

- Αποτέλεσε την πρώτη έκδοση του DSL
- Υποστηρίζει συμμετρικό ρυθμό μετάδοσης μέχρι 2.048 Mbps για την Ευρώπη (E1) και 1.544 Mbps για την Αμερική (T1)
- Χρησιμοποιείται κυρίως στην Β. Αμερική και ο κύριος σκοπός είναι να παρέχει ευρυζωνικές υπηρεσίες πάνω από κοινές τηλεφωνικές καλωδιώσεις χωρίς την ύπαρξη συσκευών επαναληπτών συχνοτήτων
- Δεν παρέχει τη δυνατότητα ταυτόχρονης μεταφοράς ψηφιακών και αναλογικών δεδομένων

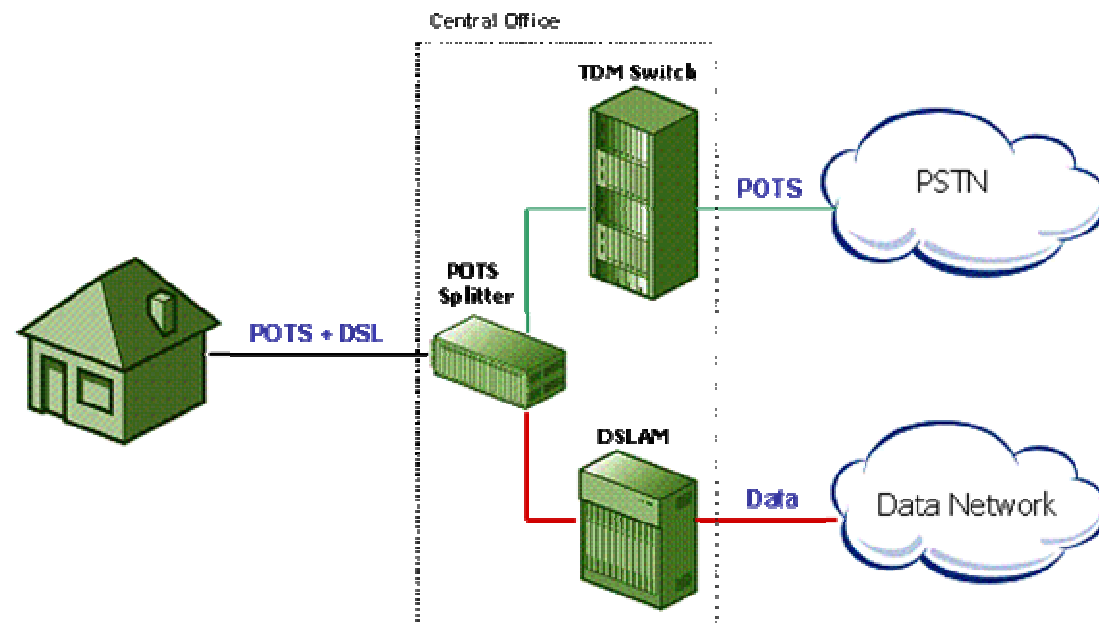
Very High Bit-Rate DSL (VDSL) - Χαρακτηριστικά

- Αποτελεί την νεώτερη έκδοση του DSL
- Ο κύριος σκοπός είναι να παρέχει υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης χρησιμοποιώντας τις υπάρχουσες καλωδιώσεις χαλκού για το τελικό τμήμα προς τον χρήστη και οπτική ίνα για το υπόλοιπο (π.χ. Fiber To The Neighborhood (FTTN))
- Υποστηρίζει τους υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης, μέχρι 52 Mbps στην downstream κατεύθυνση και μέχρι 2.3 Mbps στην upstream κατεύθυνση
- Το εύρος ζώνης συχνοτήτων που χρησιμοποιεί για τη μετάδοση δεδομένων ξεκινά από 300 KHz και φτάνει μέχρι 11 MHz
- Για την επίτευξη υψηλών ρυθμών μετάδοσης απαιτείται ο χρήστης να βρίσκεται πολύ κοντά στο τοπικό τηλεφωνικό κέντρο (~ 300 μέτρα)

Assymetric DSL (ADSL) - Χαρακτηριστικά

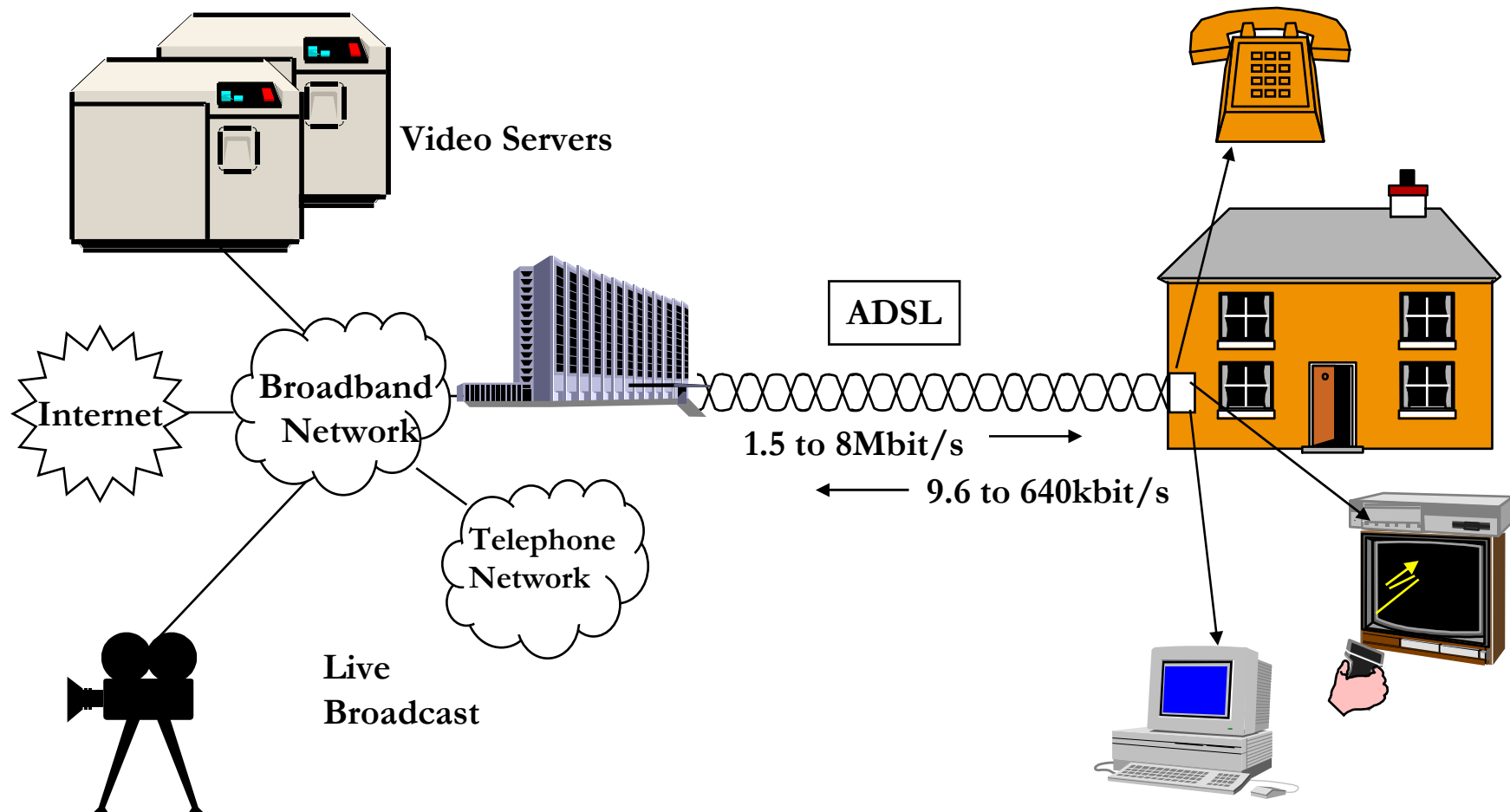
- Είναι η πιο διαδεδομένη DSL τεχνολογία για πρόσβαση στο Διαδίκτυο με υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης
- Υποστηρίζει παράλληλη μεταφορά δεδομένων και φωνής πάνω από τις κοινές τηλεφωνικές καλωδιώσεις
- Υποστηρίζει ασύμμετρους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων, μέχρι 8 Mbps στην downstream κατεύθυνση και μέχρι 800 Kbps στην upstream κατεύθυνση
- Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ του χρήστη και του τοπικού κέντρου (π.χ. 2 Mbps για απόσταση 5 Km)
- Η μέγιστη απόσταση από το κέντρο πρέπει να είναι < 6 Km
- Οι πιο συνηθισμένοι ρυθμοί είναι 2 Mbps στην downstream κατεύθυνση και 384 Kbps στην upstream

Συνύπαρξη ADSL και Τηλεφωνικού Δικτύου



POTS- Plain Old Telephone Service

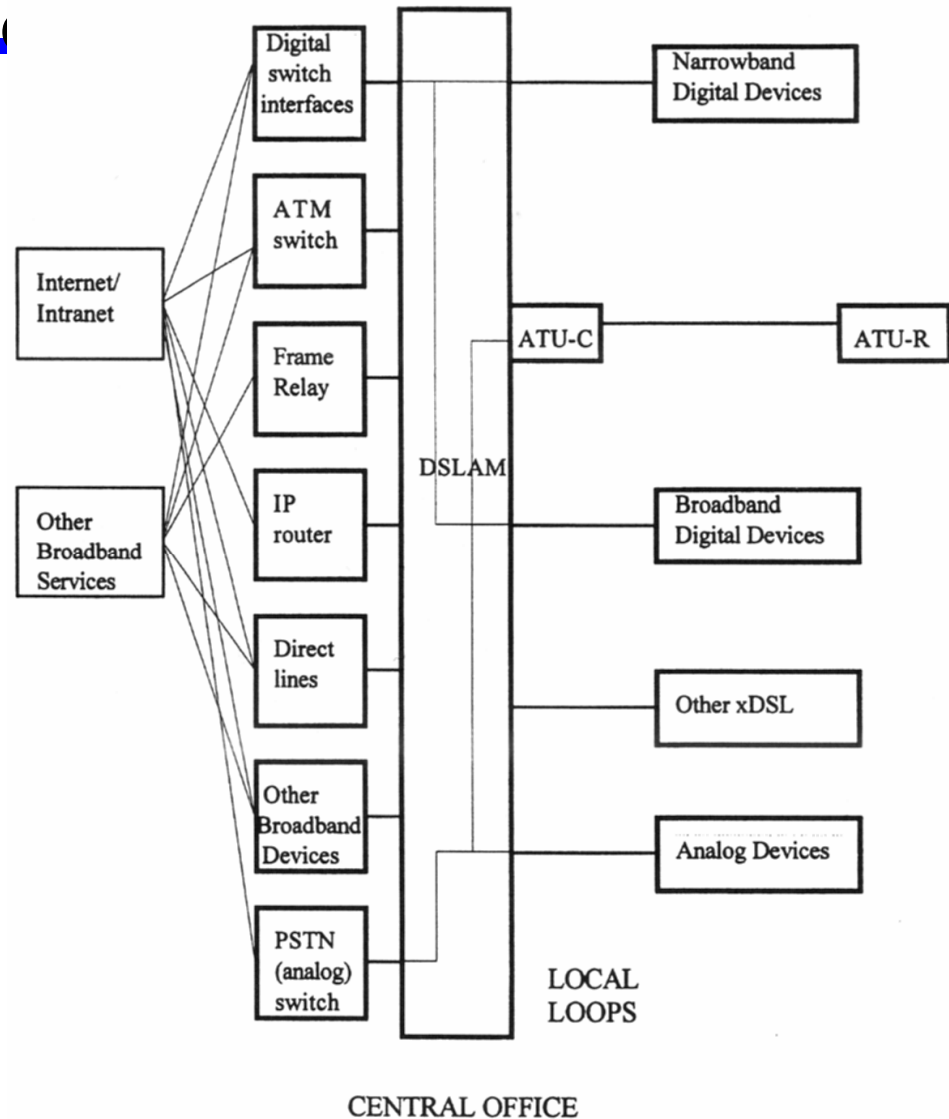
Αρχιτεκτονική/Χρήση Δικτύου Πρόσβασης ADSL



ADSL

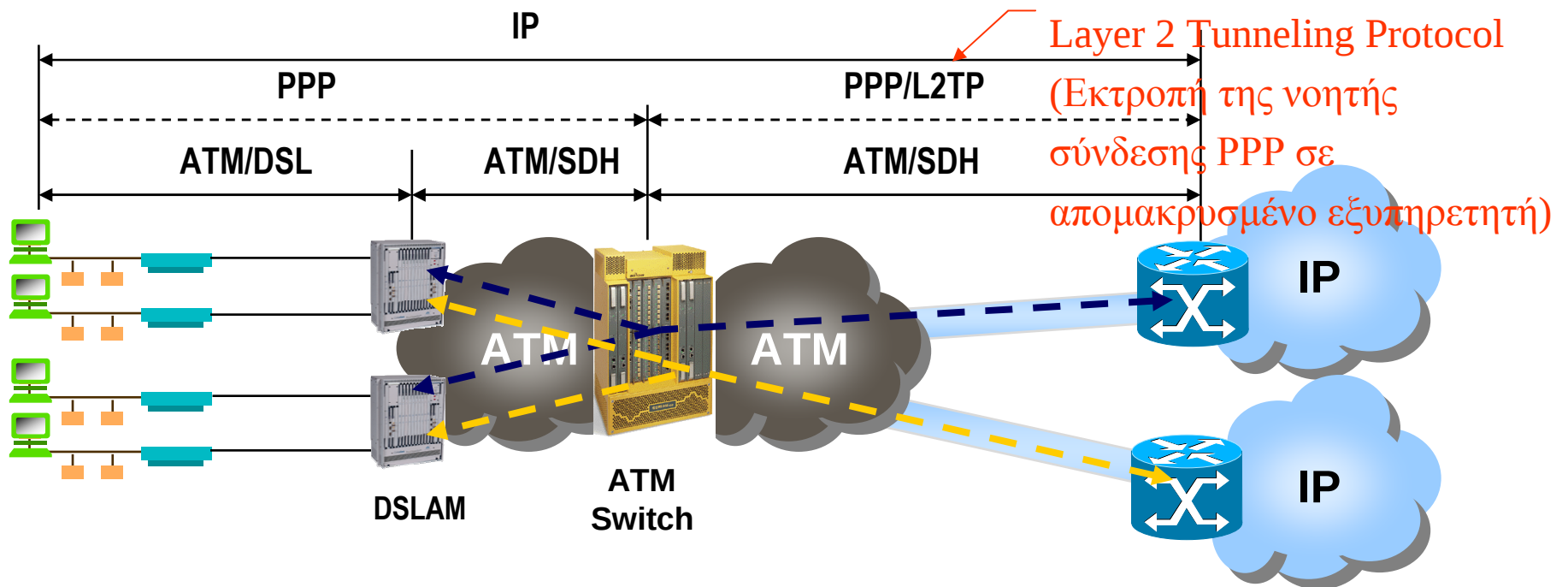
DSL Access Multiplex

- Η DSLAM συσκευή παρέχει πρόσβαση στα δίκτυα δεδομένων
- Παρέχει υπηρεσίες multiplexing/concentration στην upstream κατεύθυνση και υπηρεσίες demultiplexing/routing στην downstream κατεύθυνση
- Το σημείο τερματισμού στο τοπικό κέντρο ονομάζεται ATU-C (ADSL Transmission Unit – Central Office)
- Το σημείο τερματισμού στο DSL modem του χρήστη ονομάζεται ATU-R (ADSL Transmission Unit – Remote)



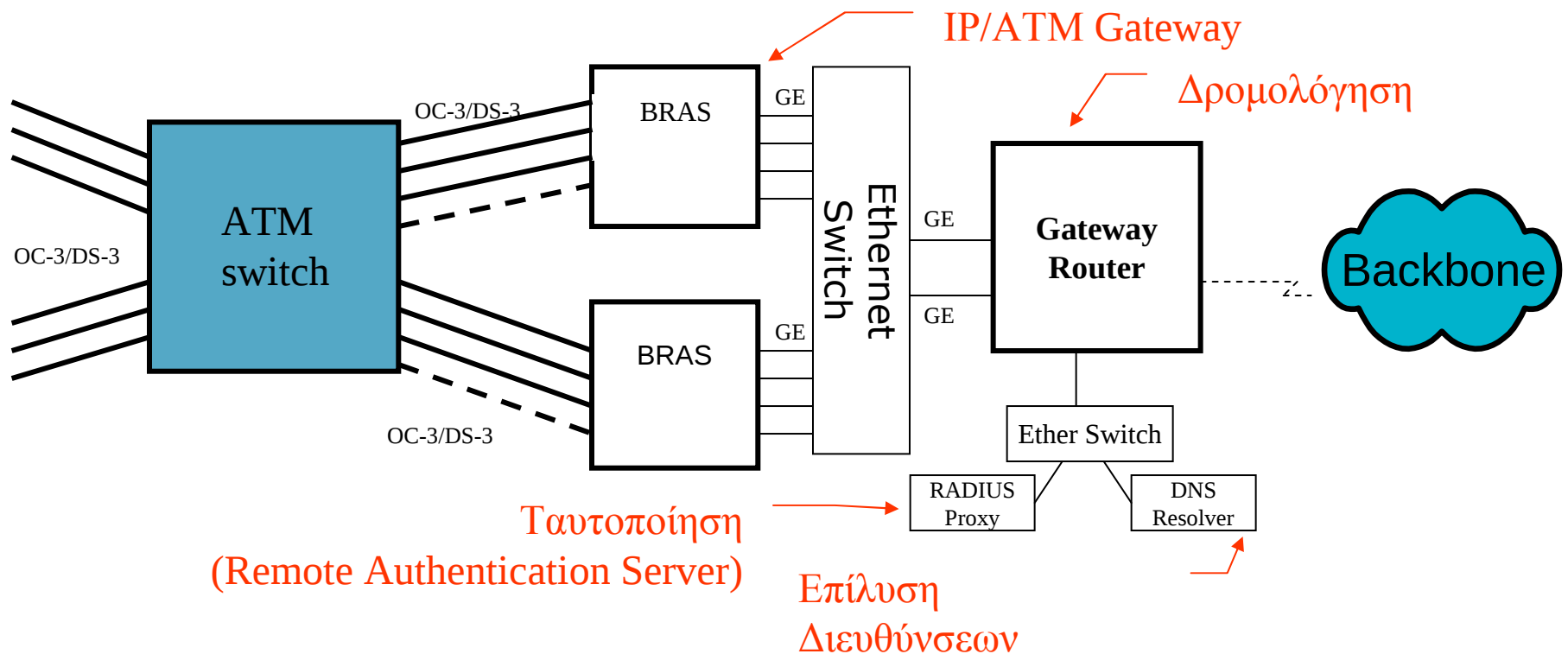
ADSL - Μοντέλο Αναφοράς για ATM

- Η αρχική ανάπτυξη του ADSL βασίστηκε στην τεχνολογία του ATM στο δεύτερο επίπεδο
 - Συνδυάζεται με το πρωτόκολλο PPP του αντίστοιχου στρώματος που παρέχει λειτουργίες ταυτοποίησης και ελέγχου πρόσβασης, το οποίο εφαρμόζεται στο σημείο πρόσβασης στο Διαδίκτυο

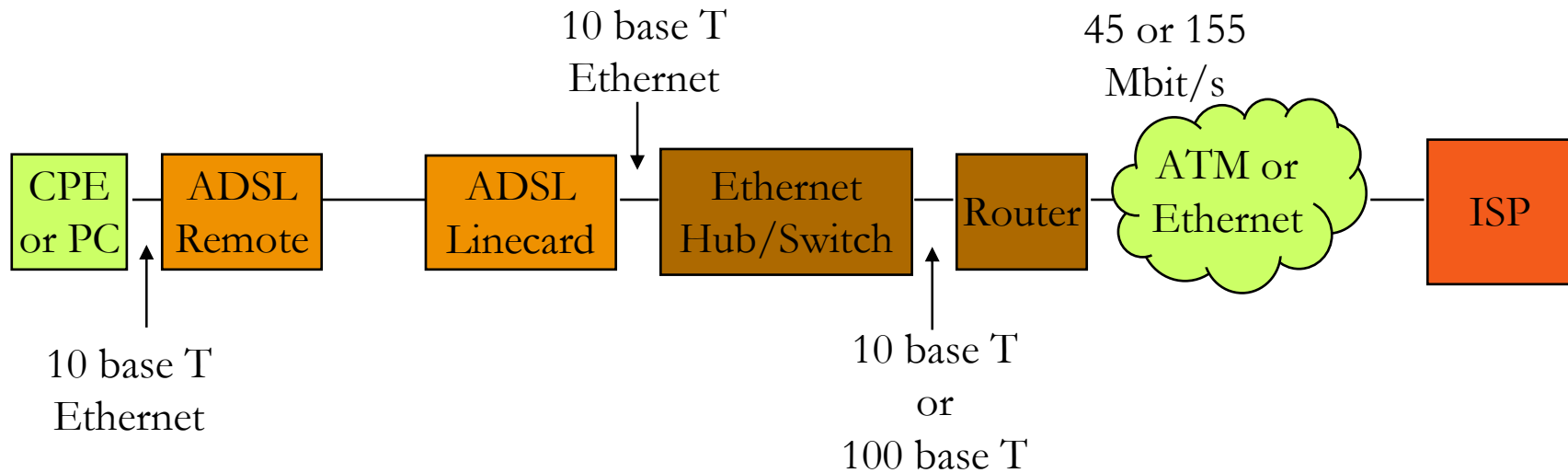


Διασύνδεση με το Διαδίκτυο

- Η διασύνδεση με το Διαδίκτυο γίνεται μέσω κόμβου παρούσας της υπηρεσίας και δρομολογητή/πύλη (IP POP - Point-of-Presence)
 - Το σημείο διασύνδεσης στο δίκτυο IP ονομάζεται Broadband Remote Access Server (BRAS)



“All-IP” Architecture



Ρυθμιστικοί/Εμπορικοί Παράγοντες

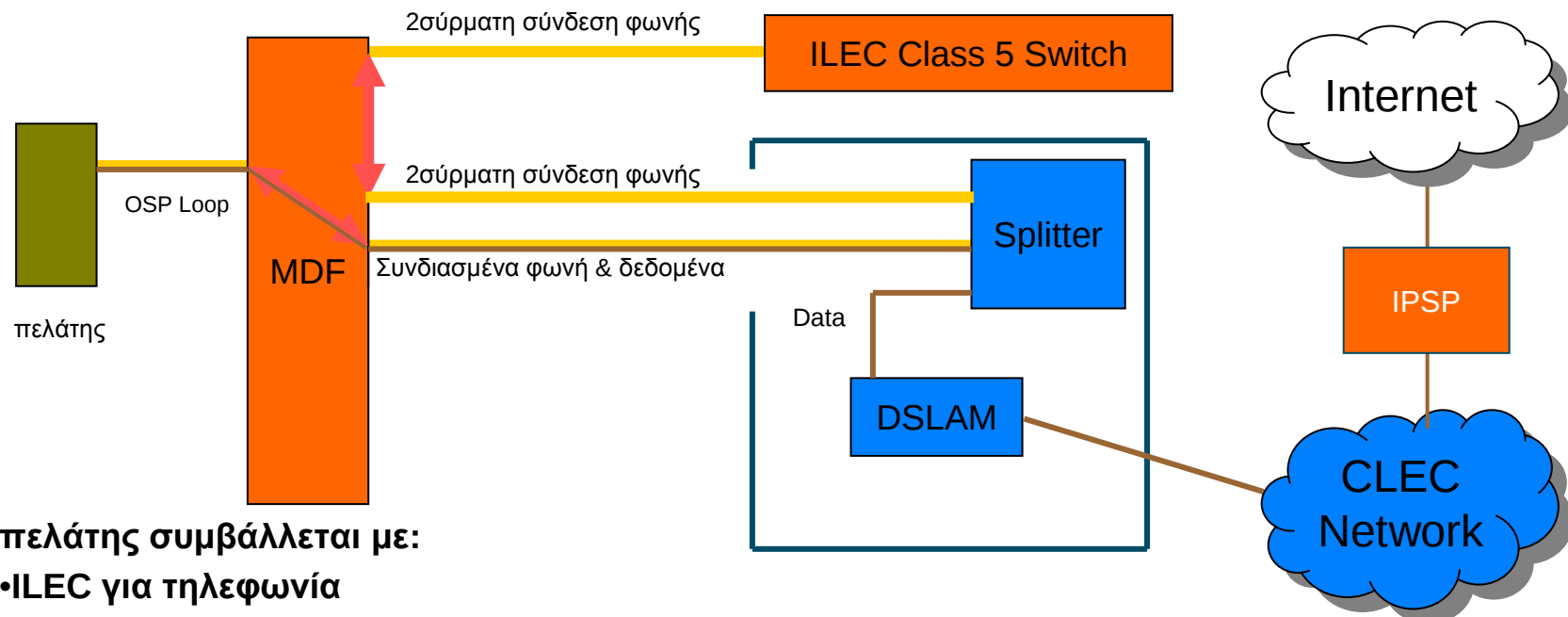
- Το τηλεφωνικό δίκτυο είχε παραδοσιακά αναπτυχθεί από δημόσιους φορείς (Incumbent Local Exchange Carriers - ILECs) και με εθνικές χρηματοδοτήσεις
- Με το άνοιγμα των αγορών προωθήθηκε η απελευθέρωση των τηλεπικοινωνιών και αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια έντονη προσπάθεια ρύθμισης (ή απορρύθμισης ;) της αγοράς έτσι ώστε νέες ανταγωνιστικές εταιρείες (Competitive Local Exchange Carriers- CLECs) να μπορέσουν να προσφέρουν ανταγωνιστικά προϊόντα σε όφελος των καταναλωτών και της οικονομίας
- Υπάρχουν διάφορα μοντέλα εμπορικής συνεργασίας (επιβεβλημένα από τους όρους ανταγωνισμού)

Εμπορεύσιμες Τηλεπικοινωνιακές Υπηρεσίες

- Σε επίπεδο τηλεπικοινωνιακών παρόχων υπάρχουν τρία επίπεδα εμπορεύσιμων προϊόντων
 - Ο τοπικός βρόχος του συνδρομητή (χάλκινα καλώδια)
 - Ένας CLEC μπορεί να τον «ενοικιάσει» για να παρέχει υπηρεσίες φωνής (ή/και) δεδομένων
 - Το φάσμα πέραν των 4KHz της τηλεφωνίας για τη μεταφορά ψηφιακών υπηρεσιών/μεταφοράς δεδομένων
 - Τον τοπικό βρόχο και την θύρα διασύνδεσης του συνδρομητή στον μεταγωγέα του τηλεφωνικού δικτύου (συχνά αποκαλούμενο Class 5 switch) για εκτροπή κλήσεων προς το δίκτυο ενός CLEC

Μεριζόμενη Πρόσβαση (Line Sharing)

- Ο ILEC παρέχει τηλεφωνία
- Ο CLEC χρησιμοποιεί (ενοικιάζει) το άνω μέρος του φάσματος της σύνδεσης (και τον συνδρομητικό αριθμό)
- Ο πελάτης τελικά συμβάλλεται με τον πάροχο που του παρέχει πρόσβαση στο Διαδίκτυο (ISP)

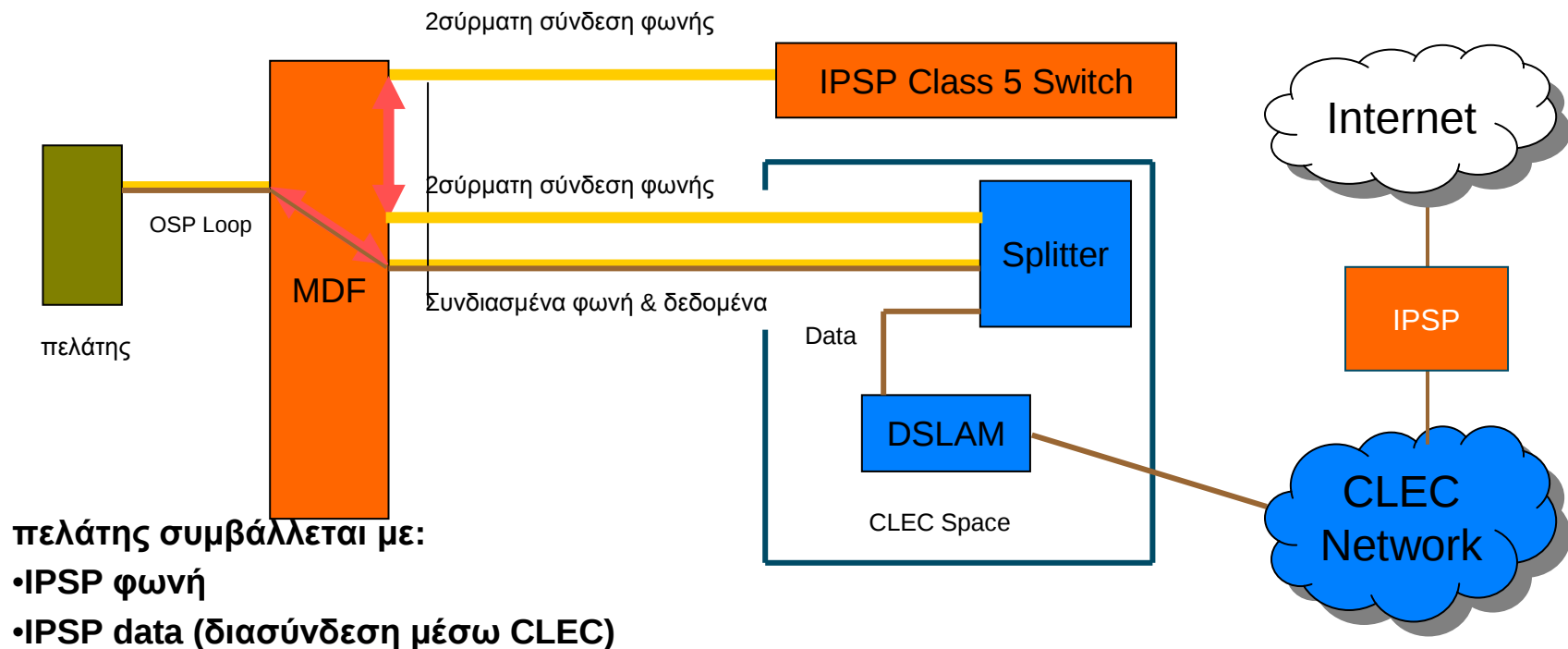


πελάτης συμβάλλεται με:

- ILEC για τηλεφωνία
- IPSP για διασύνδεση στο Διαδίκτυο (μέσω του CLEC)

Διαμερισμός Βρόχου (Loop Splitting)

- Ένας (νέος) πάροχος παρέχει διασύνδεση με τον μεταγωγέα φωνής και υπηρεσίες τηλεφωνίας
- Ένας CLEC μπορεί να «επινοικιάσει» το άνω μέρος του φάσματος για παροχή δικτυακών υπηρεσιών



Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

**Πρωτόκολλα Προσαρμογής &
Ενθυλάκωσης σε Δίκτυα
Πρόσβασης με Μεταγωγή
Κυκλώματος/Πακέτου**

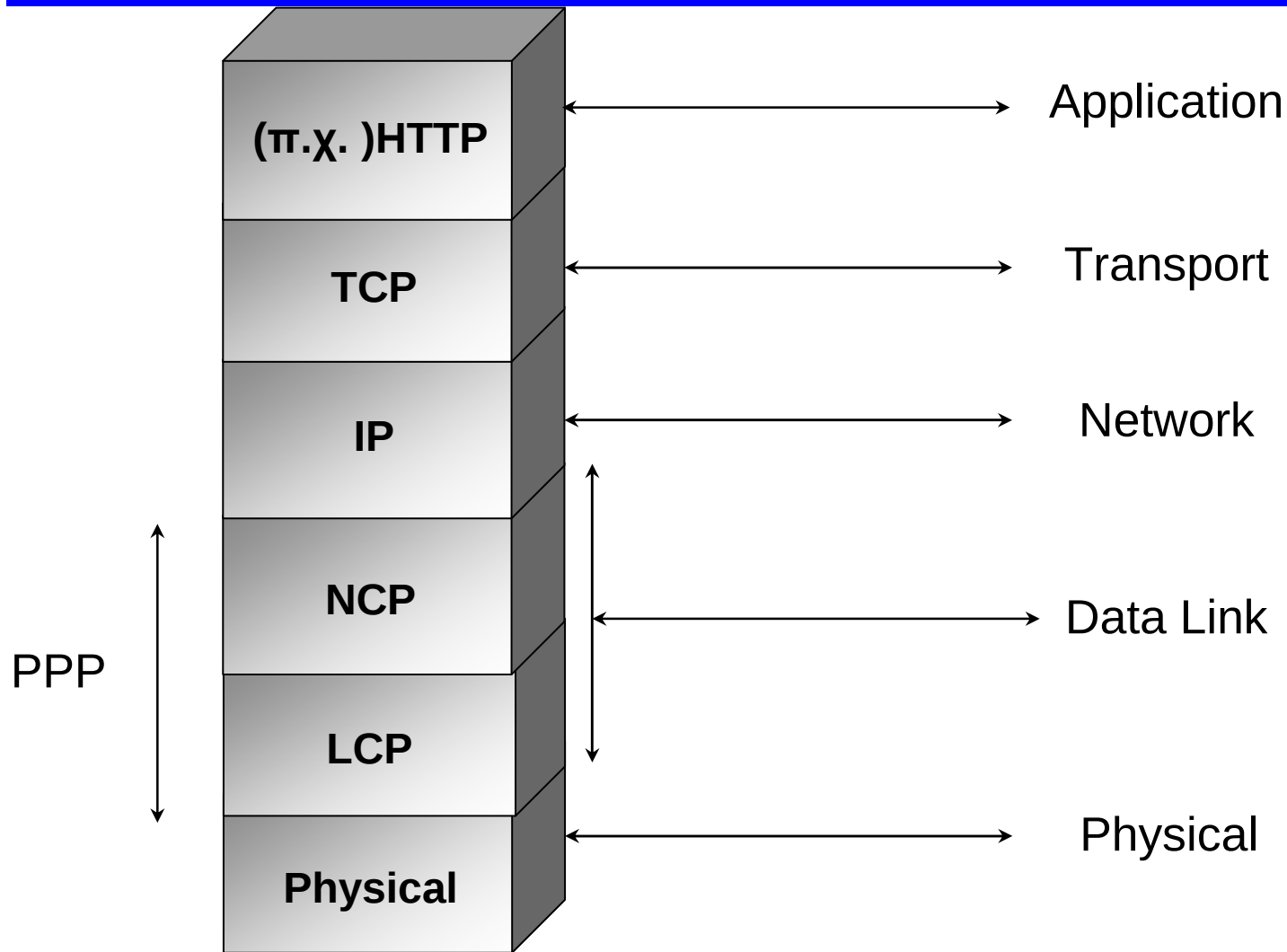
Πρωτόκολλα Προσαρμογής & Ενθυλάκωσης σε Δίκτυα Πρόσβασης με Μεταγωγή Κυκλώματος/Πακέτου

Point-to-Point Protocol (PPP)

Point-to-Point Protocol (PPP)

- Λειτουργεί στο επίπεδο ζεύξης δεδομένων
- Αποτελεί το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο ενθυλάκωσης και μεταφοράς της πληροφορίας του χρήστη πάνω από μία σημείο-προς-σημείο διασύνδεση
- Δεν έχει κάποιους περιορισμούς όσον αφορά το ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων, γιατί αυτός καθορίζεται αποκλειστικά από τον τύπο της διασύνδεσης
- Η μόνη απαίτηση είναι η ύπαρξη ενός δικατευθυντικού κυκλώματος μεταξύ των δύο συστημάτων επικοινωνίας

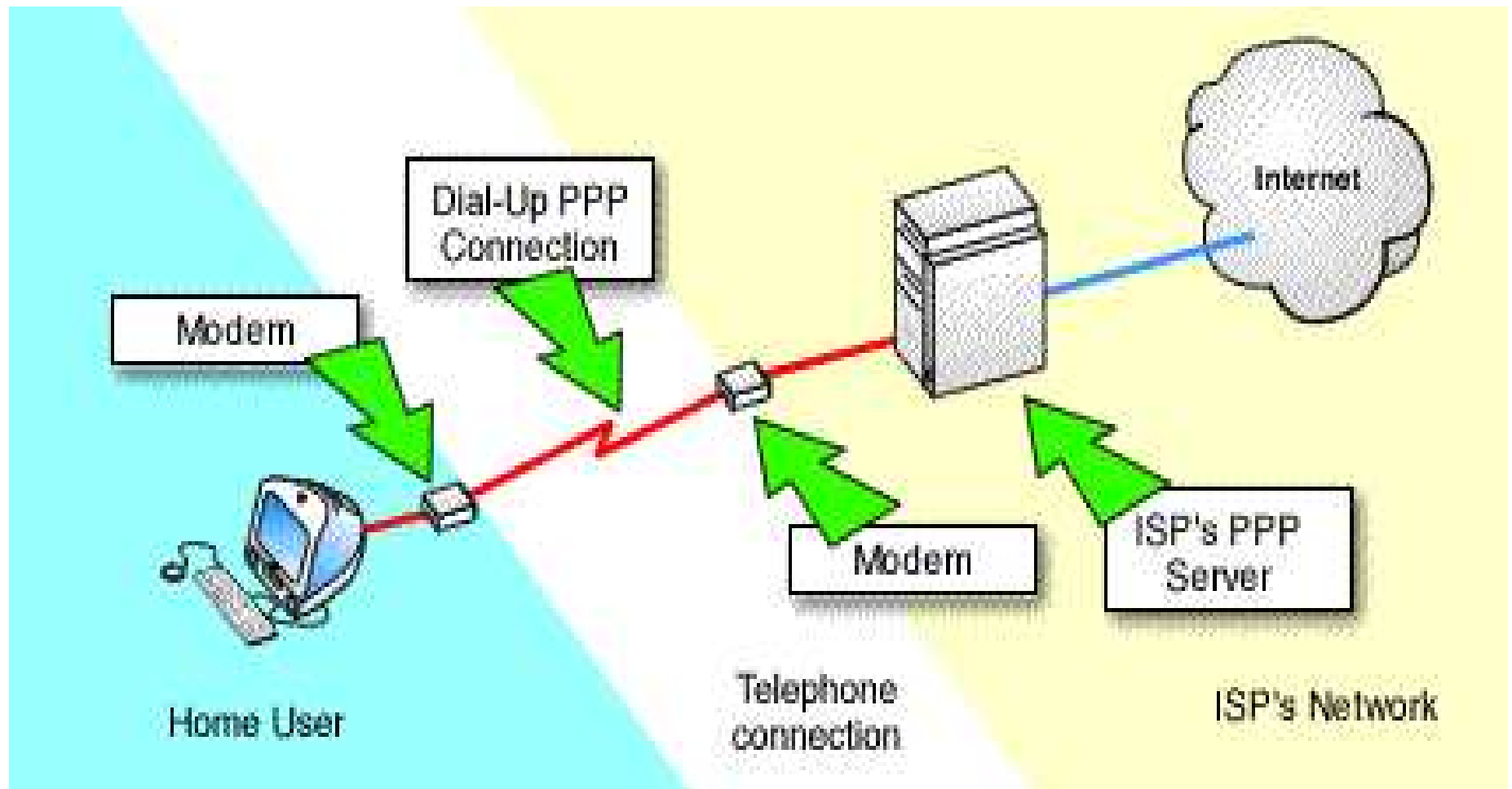
PPP - Εφαρμογή σε IP δίκτυα



PPP - Χαρακτηριστικά

- Χρησιμοποιείται κατά κόρον για τη διασύνδεση του χρήστη με τον παροχέα υπηρεσιών Διαδικτύου (ISP), μέσω modem και του κοινού τηλεφωνικού δικτύου
- Δεν υποστηρίζει:
 - α. Έλεγχο ροής
 - β. Αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων
 - γ. Διόρθωση λαθών
 - δ. Συνδέσεις σημείου-προς-πολλά σημεία
- Προδιαγράφεται στην RFC 1661 προδιαγραφή

PPP - Εφαρμογή



PPP - Τμήματα

- LCP (Link Control Protocol). Είναι το πιο σημαντικό τμήμα του PPP και χρησιμοποιείται για την εγκατάσταση, διαμόρφωση, έλεγχο και αποδέσμευση της PPP σύνδεσης
- NCPs (Network Control Protocols). Οικογένεια πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται για την εγκατάσταση και την διαμόρφωση διαφορετικών πρωτοκόλλων επιπέδων δικτύου πάνω από το PPP (π.χ. IP)
- Πρωτόκολλα πιστοποίησης της αυθεντικότητας του χρήστη (π.χ. PAP/CHAP)

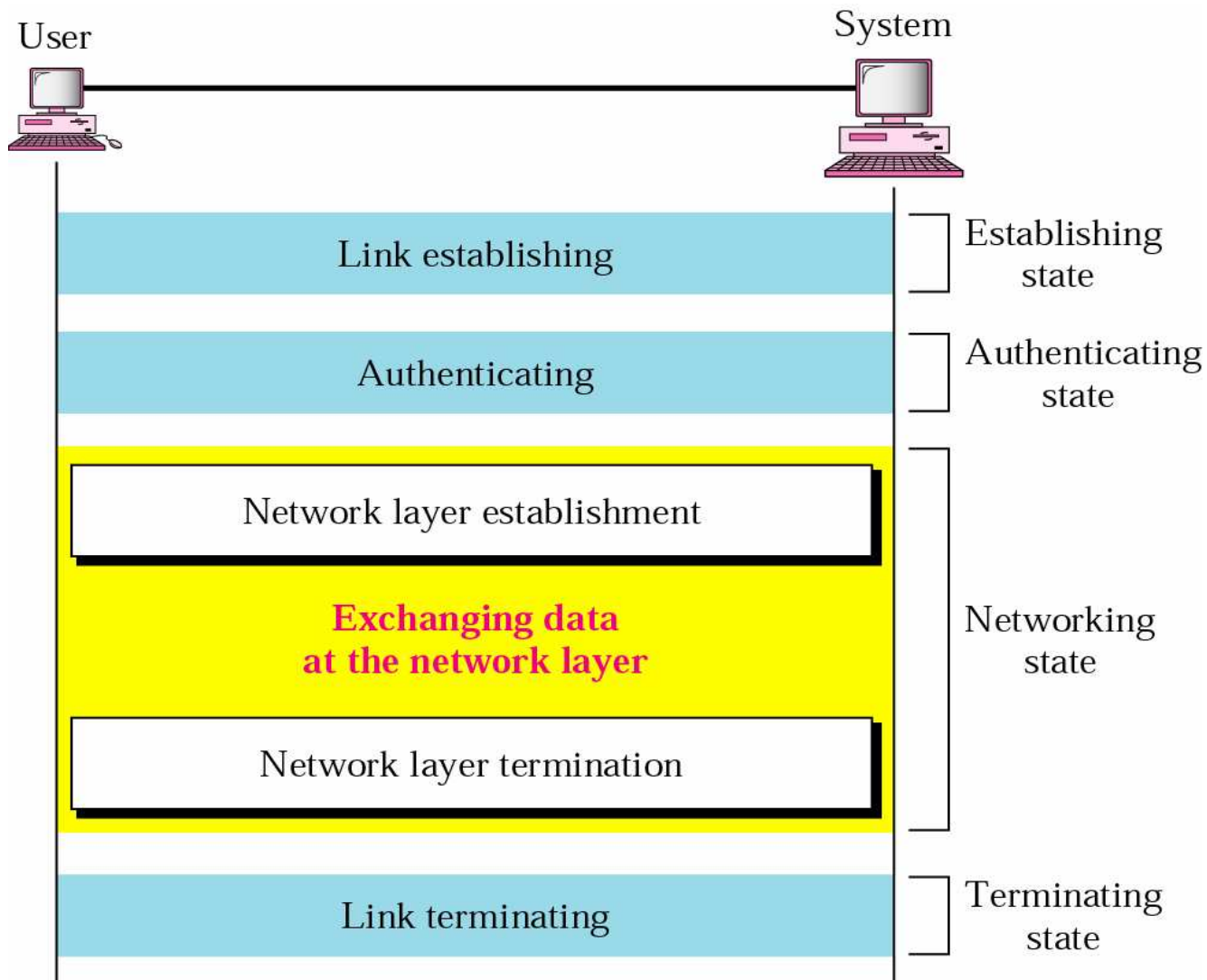
PPP – Λειτουργία (I)

- Το πρώτο βήμα για την δημιουργία μίας PPP σύνδεσης είναι η ανταλλαγή LCP πακέτων για την εγκατάσταση, διαμόρφωση και έλεγχο της PPP σύνδεσης
- Προαιρετικά, ακολουθεί η φάση πιστοποίησης του χρήστη μέσω του πρωτοκόλλου πιστοποίησης που καθορίστηκε κατά τη διαμόρφωση της PPP σύνδεσης. Δύο πρωτόκολλα έχουν προδιαγραφεί:
 - Password Authentication Protocol (PAP)
 - Μετάδοση κωδικού (username/password) χωρίς κρυπτογράφηση
 - Challenge Authentication Protocol (CHAP)
 - Μετάδοση κωδικού χρήστη με κρυπτογράφηση

PPP – Λειτουργία (II)

- Στην επόμενη φάση NCP πακέτα ανταλλάσσονται για την επιλογή και διαμόρφωση του επιθυμητού πρωτοκόλλου στο επίπεδο δικτύου
- Μετά την διαμόρφωση του πρωτοκόλλου στο επίπεδο δικτύου επιτρέπεται η ανταλλαγή πακέτων πληροφορίας πάνω από την PPP σύνδεση
- Ο τερματισμός της PPP σύνδεσης πραγματοποιείται με την ανταλλαγή καταλλήλων LCP ή NCP πακέτων ή αν προκύψει κάποιο μη κανονικό γεγονός

PPP - Φάσεις

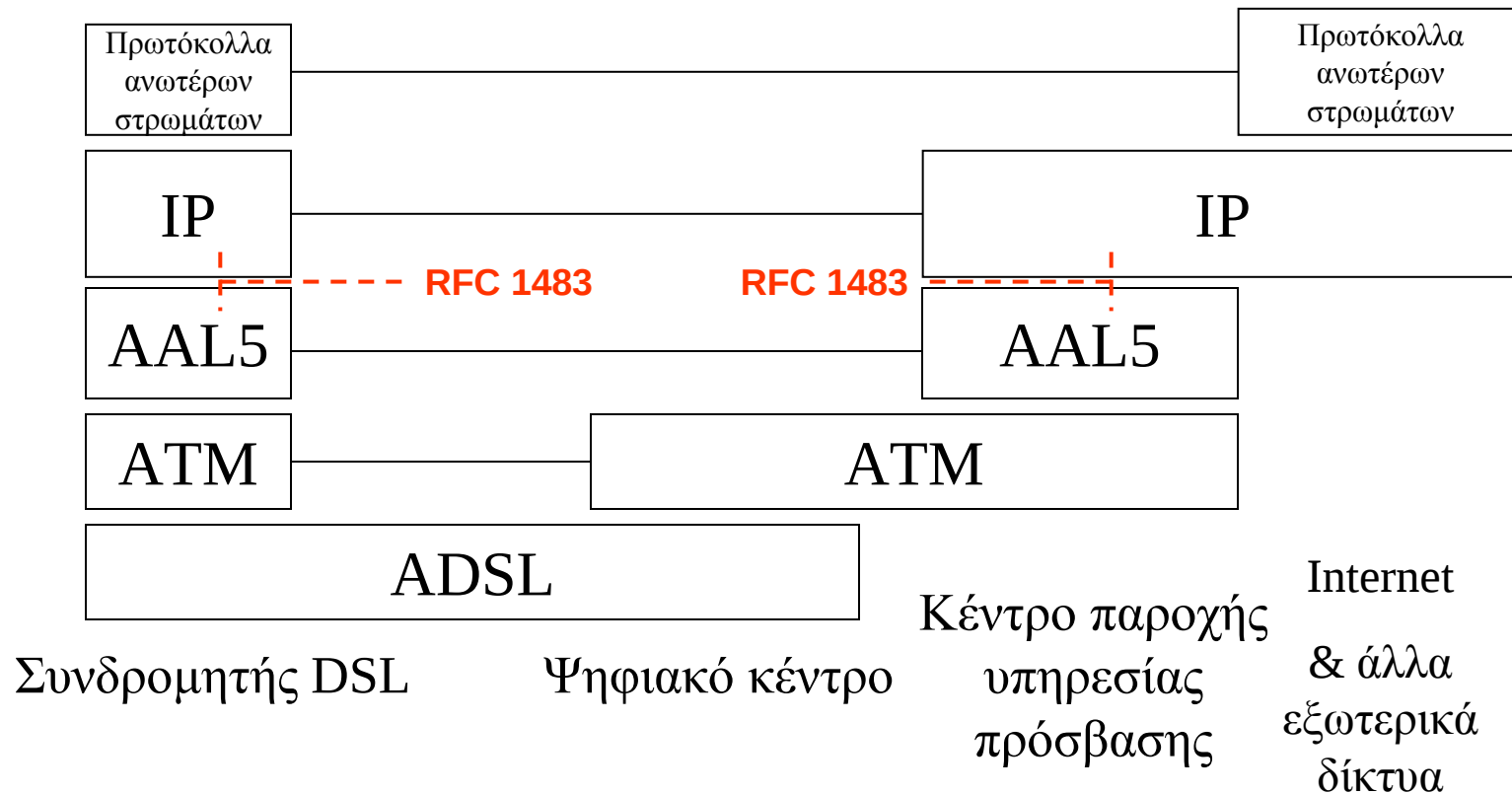


ADSL – Πρωτόκολλα Προσαρμογής/Ενθυλάκωσης

- IP over ATM - RFC 1483
- PPP Over ATM Over ADSL
- PPP Over Ethernet

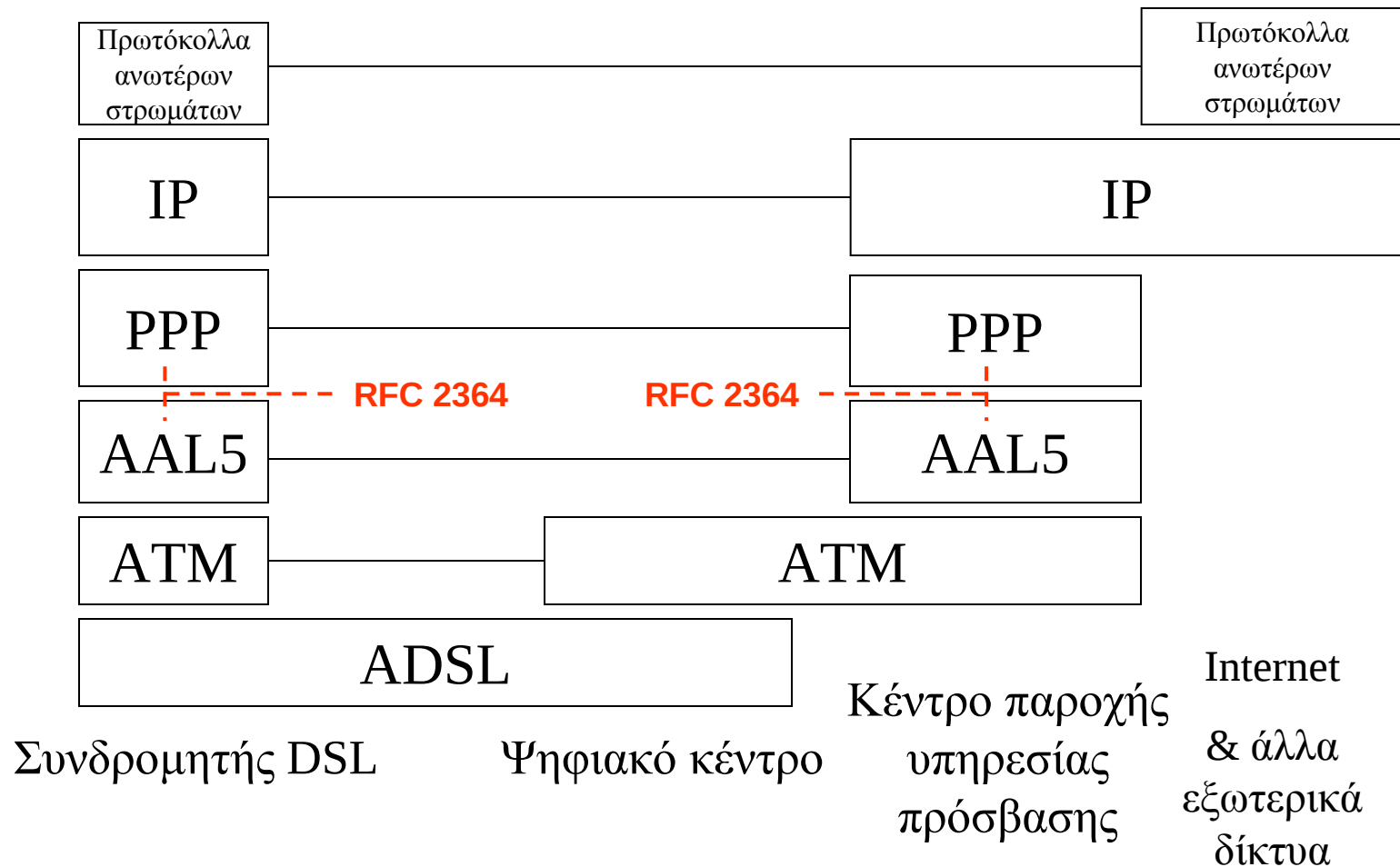
ADSL

Διαστρωμάτωση/Πρωτόκολλα



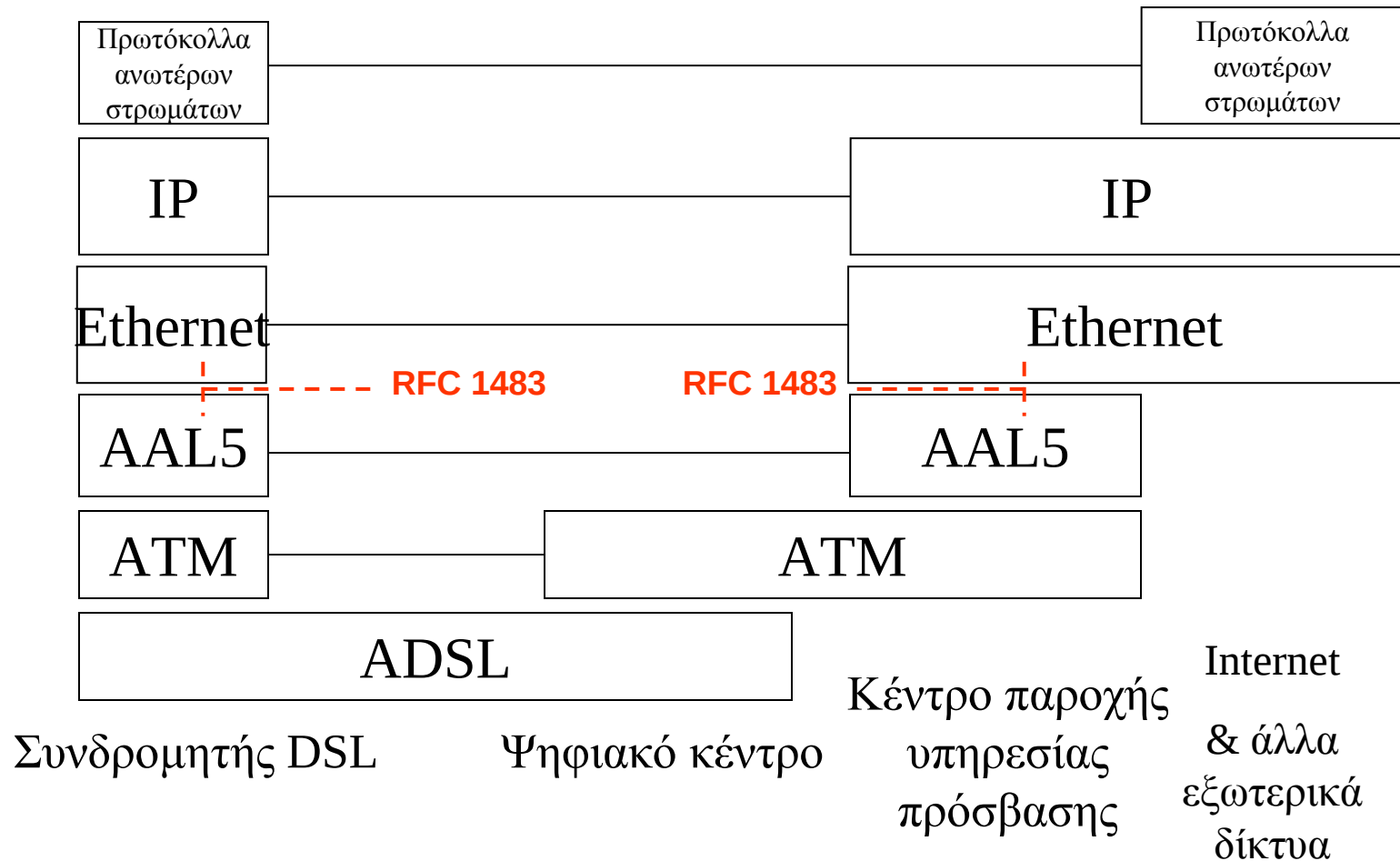
ADSL

Διαστρωμάτωση/Πρωτόκολλα



ADSL

Διαστρωμάτωση/Πρωτόκολλα



IP-over-ATM (IPoATM) - RFC-1577

- Αναγκαίο για την συμβατότητα με τα IP Δίκτυα
- Απλοποιεί τη διαχείριση παρέχοντας ένα νοητό IP δίκτυο (virtual IP network)
- Επιτρέπει τη απρόσκοπτη διασύνδεση των «παραδοσιακών» δικτύων Ethernet, Token Ring & FDDI LANs με το ATM
 - Παρέχει διάφανη διασύνδεση μεταξύ των connectionless («παραδοσιακών» LANs) με connection-oriented (ATM) δίκτυα
 - Ενθυλάκωση και μετάδοση με βάση το πρότυπο (RFC 1483)
 - Επίλυση διευθύνσεων (address resolution – translation 4-Byte IP address $\Leftrightarrow$ 20-Byte ATM address)
 - Multicast group management (FORE SPANS signalling)

IPoATM : Εφαρμογές

- TCP/IP σε ATM LANs
 - Εφαρμόζεται ακόμη και σε τοπικά δίκτυα ATM LANs με κάρτες δικτύου (π.χ. FORE)
 - Ενθυλάκωση IP over ATM (RFC 1483)
 - Υλοποιείται στατικά (PVCs) είτε δυναμικά (SVCs) (*)
 - Προδιαγραφές σηματοδότησης για SVC: ATM Forum Q.2931
- Μεταφορά TCP/IP πάνω από ευρύτερα ATM δίκτυα LAN/WANs
 - Δεν αρκεί η ύπαρξη ενός ARP server
 - Υπεισέρχονται προβλήματα αναζήτησης διευθύνσεων και ευέλικτης και ανθεκτικής σε σφάλματα δρομολόγησης

*PVC-Permanent Virtual Circuit

*SVC-Switched Virtual

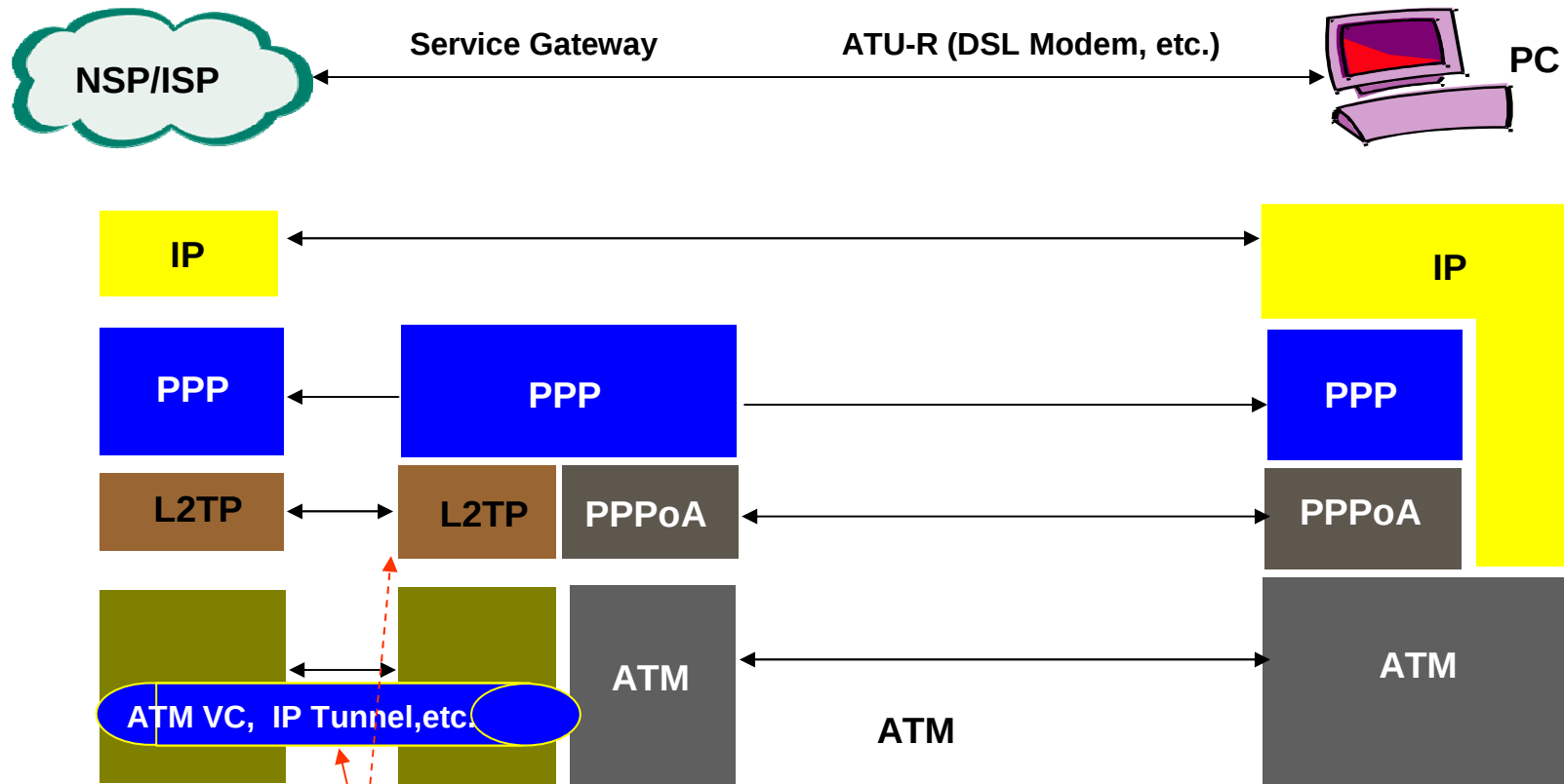
PPP over ATM (PPPoA)

- Το AAL5/ATM χρησιμοποιείται για την μεταφορά των PPP πακέτων
- Η PPP σύνδεση αντιστοιχεί σε ένα AAL5 ιδεατό κύκλωμα
- Το AAL5 ιδεατό κύκλωμα είναι μία PVC ή SVC, διπλής κατεύθυνσης, σημείο-προς-σημείο σύνδεση
- Προδιαγράφεται στην RFC 2364 προδιαγραφή

PPP Over AAL5

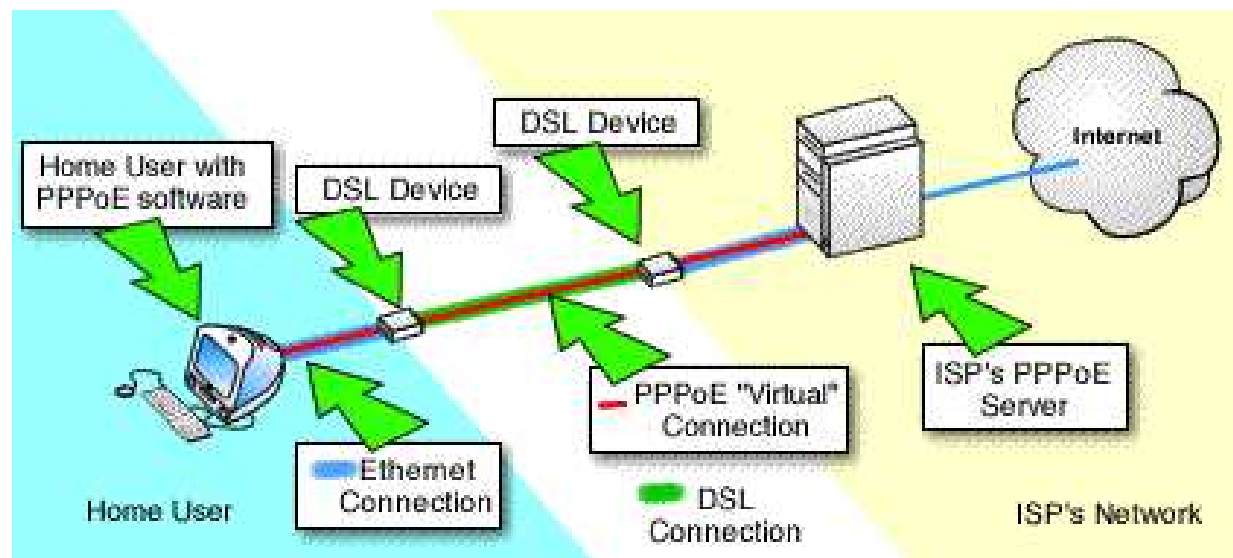
- Ενθυλάκωση PPP (δύο επιλογές)
 - LLC/SNAP encapsulation => PPP PDUs
 - Τιμή NLPID για PPP => 0xCF
 - PPP PDU => PPP -Protocol Identifier +information+padding
 - Πολύπλεξη VC

PPPoA Αρχιτεκτονική



Αναγκάιο όταν ο εξυπηρετητής του παρόχου πρόσβασης στο Διαδίκτυο βρίσκεται φυσικά απομακρυσμένος και προσβάσιμος μόνο μέσω του Διαδικτύου (οπότε απαιτείται εκτροπή των δεδομένων μέσω "tunnel")

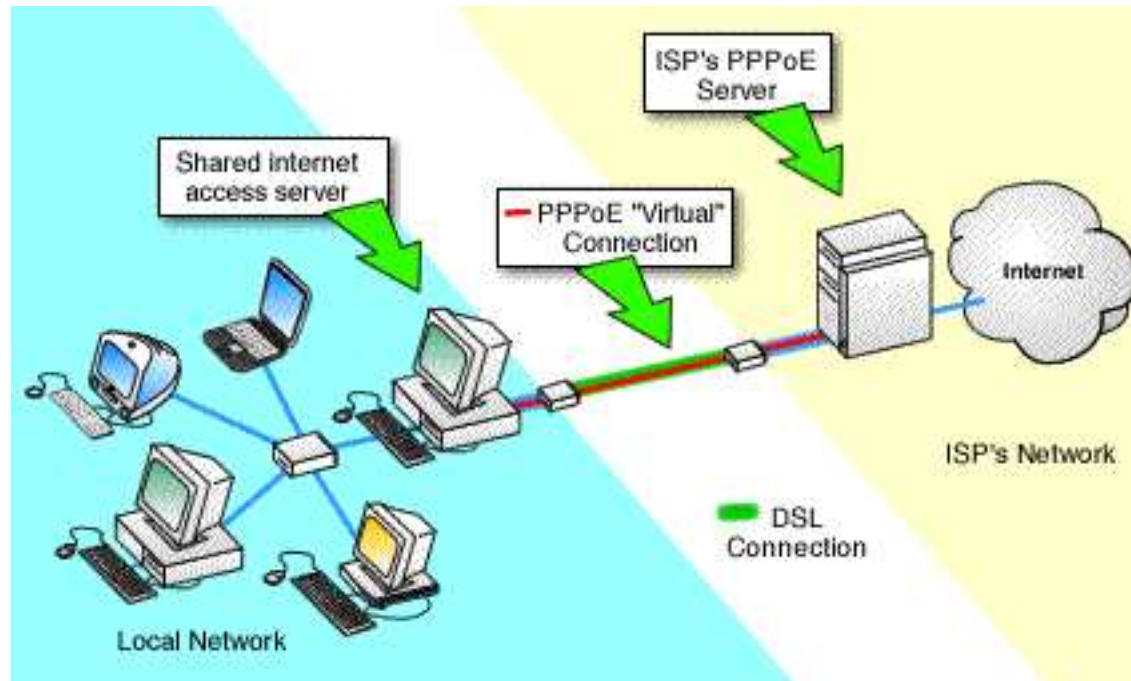
PPPoE



PPPoE – RFC 2516

- Το PPPoE επιτρέπει εγκατάσταση πολλαπλών PPP «συνόδων» (PPP sessions) πάνω από τοπικά δίκτυα Ethernet
- Υποστηρίζει 2 φάσεις:
 - discovery stage
 - Ανακαλύπτει τη διεύθυνση (Ethernet MAC address) του άκρου με το οποίο θα εγκατασταθεί ένα PPP session
 - Session stage.
 - Αποδίδει PPPoE session ID για το συγκεκριμένο PPP session και εθυλακώνει κατά PPP

PPPoE



PPPoE over LAN

PPPoE Αρχιτεκτονική

