

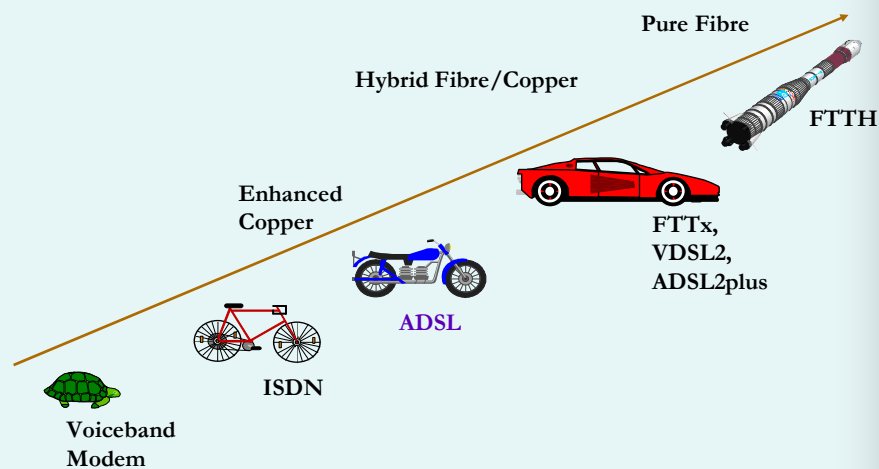
# Τεχνολογίες Δικτύων Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

## Digital Subscriber Line (DSL)



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλ/νιών

## Εξέλιξη της Ψηφιακής Πρόσβασης



## Digital Subscriber Line (DSL)

### Χαρακτηριστικά

- 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

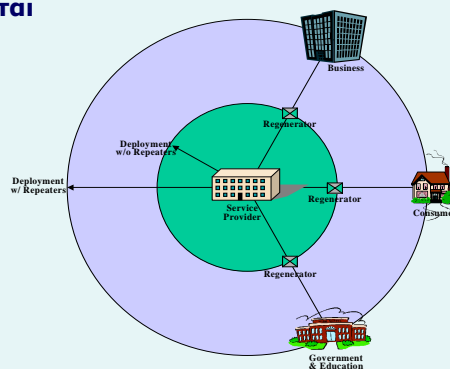
## DSL

### Χαρακτηριστικά

- 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 εκτεινούνται ως 18 kft από το ψηφιακό κέντρο (central office)
- Για την επέκτασή του υπάρχουν εναλλακτικές



## DSL

### Χαρακτηριστικά

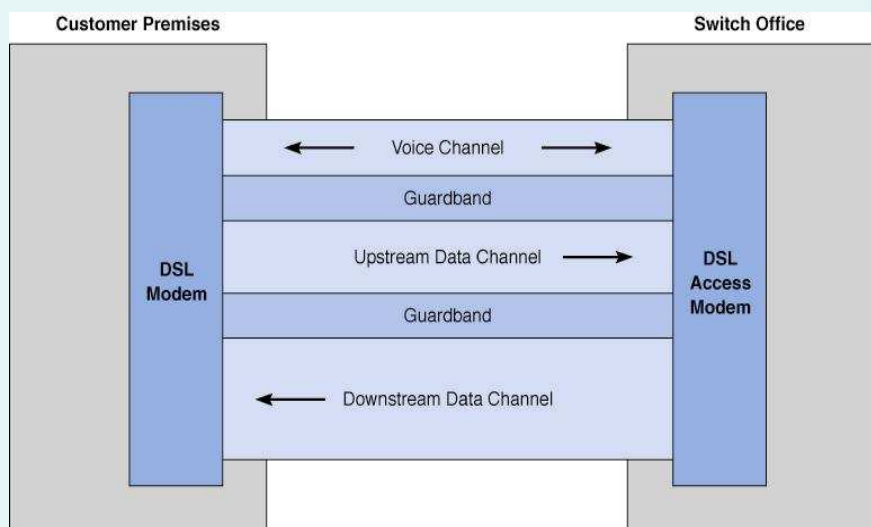
- Η διασύνδεση του χρήστη στο Διαδίκτυο γίνεται με αυτοματοποιημένο τρόπο κάνοντας 'click' στον browser. Δεν απαιτείται 'dialing' διαδικασία
- Ευκολία στην εγκατάσταση του DSL εξοπλισμού
- Αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων πάνω από το φυσικό μέσο του χαλκού
- Ασφαλής μεταφορά δεδομένων αφού ο κάθε χρήστης 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



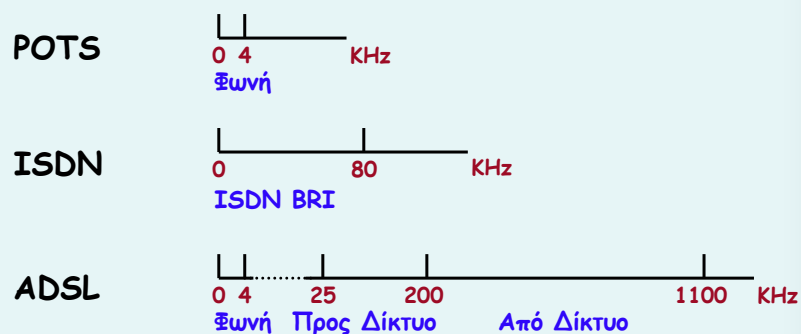
# ADSL

## Λειτουργία

- 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

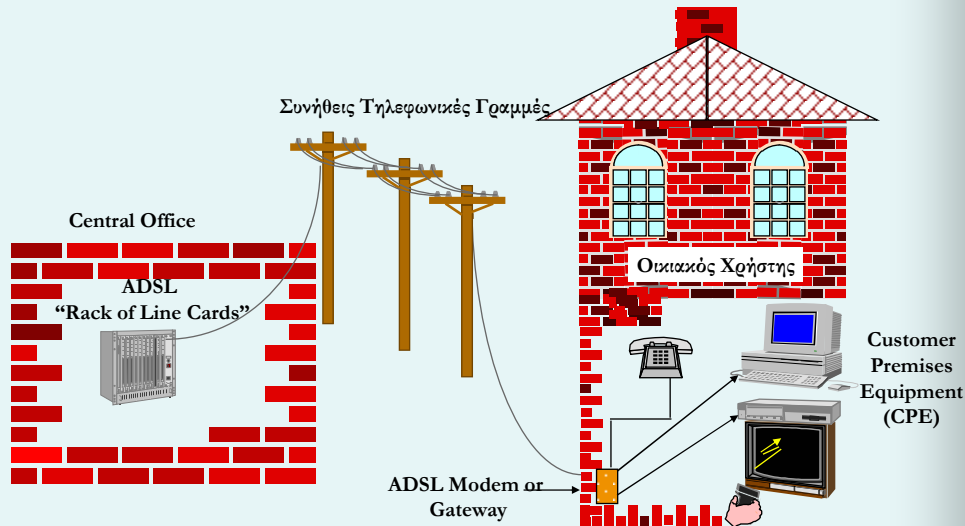


## Κατανομή Εύρους Ζώνης (Band Usage)



Παρατήρηση: ADSL «από δίκτυο» μπορεί να χρησιμοποιήσει τη ζώνη 25-200 KHz με echo cancellation. (Σύνηθες)

## Εξοπλισμός ADSL στο Δίκτυο Πρόσβασης



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

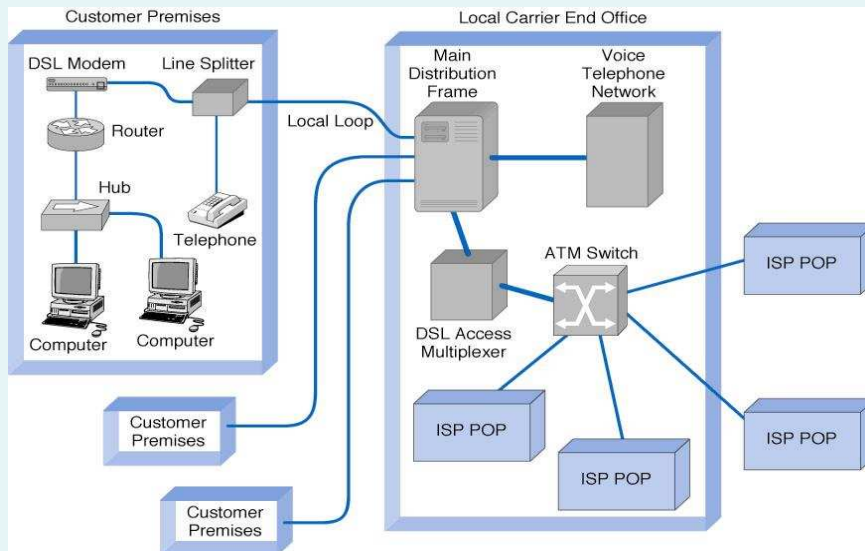
## DSL - Αρχιτεκτονική

- 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

Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

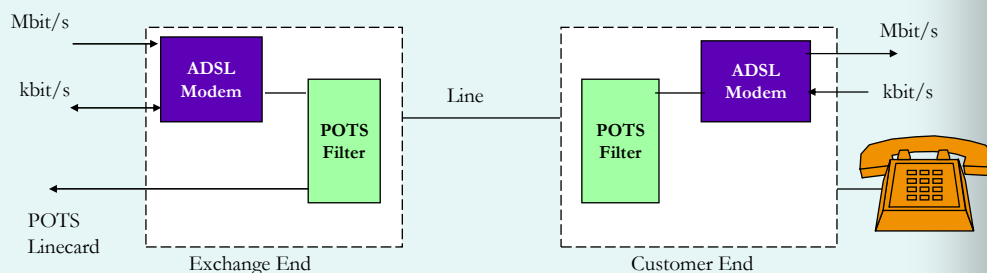
## Συνολική Αρχιτεκτονική Δικτύου Πρόσβασης ADSL



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

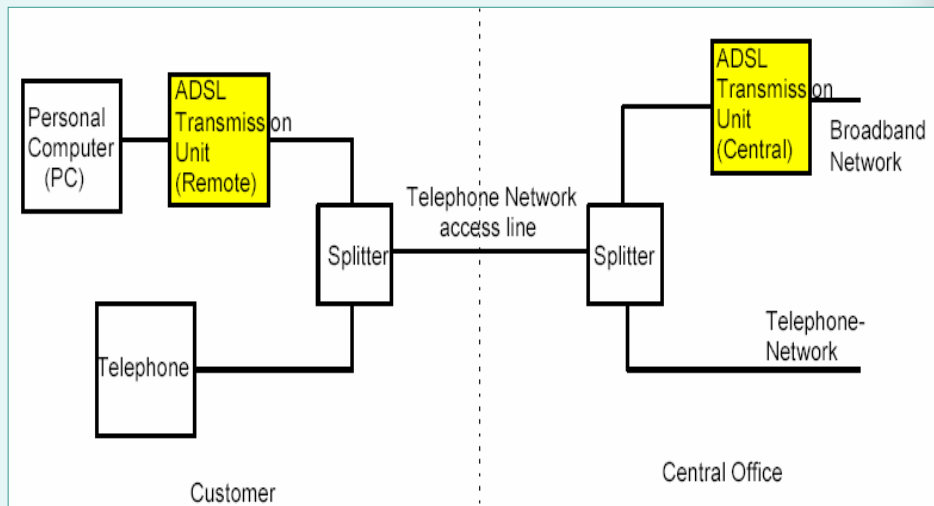
## ADSL – Αρχιτεκτονική Modem



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

## ADSL – Αρχιτεκτονική Modem



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

## 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)

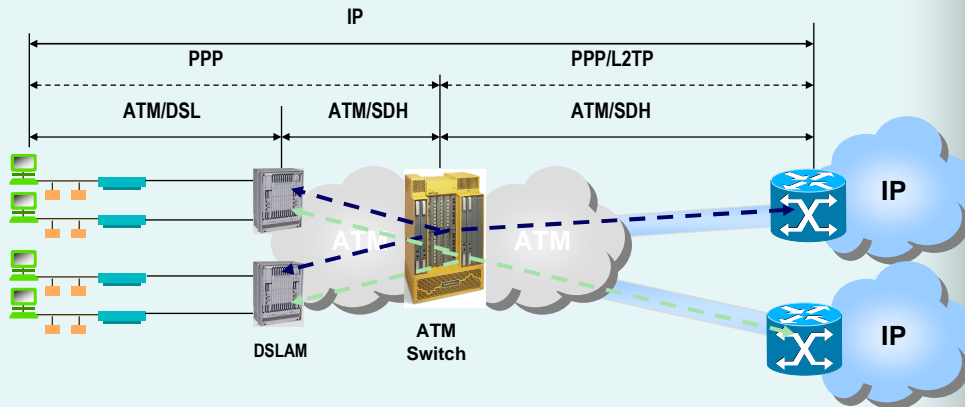
Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου



# DSL

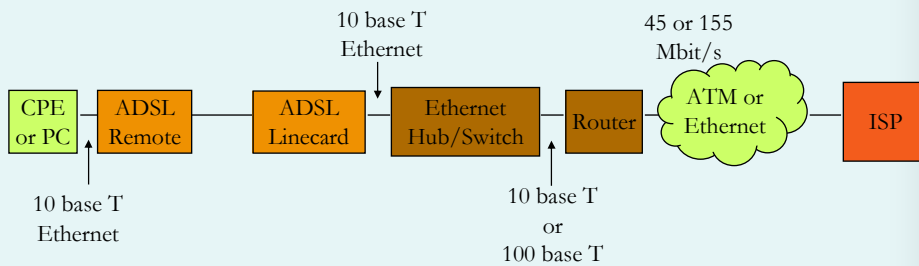
## Μοντέλο Αναφοράς για ATM



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

## “All-IP” Architecture



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

# 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

## DSL - Διεθνή Πρότυπα & Οργανισμοί

- **ITU-T Standards: G.99x.y**
- **ANSI (Committee T1)**
  - ✓ Οργανισμός προτύπων των Η.Π.Α. με επίδραση στην εξέλιξη του ADSL (T1E1 πρότυπα).
- **DSL Forum ([www.dslforum.org](http://www.dslforum.org))**
  - ✓ Οργανισμός των Η.Π.Α., ιδρύθηκε το 1994 με στόχο την παραγωγή τεχνικών προτύπων διαλειτουργικότητας (προτυπα ADSL, SHDSL, VDSL)
- **ISDN (BRI)**
  - ✓ Η πρώτη πραγματικά ψηφιακή τεχνική συνδρομητικού βρόχου
    - Δεν είναι δυνατή η συνύπαρξη με αναλογική τηλεφωνία
    - Μέχρι 144 Kbps ταχύτητες
    - 3 κανάλια και ειδικός εξοπλισμός
  - ✓ Πολλές φορές συγκαταλέγεται στη σειρά προτύπων του DSL (IDSL)

## 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 - Συνεχιζόμενες 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

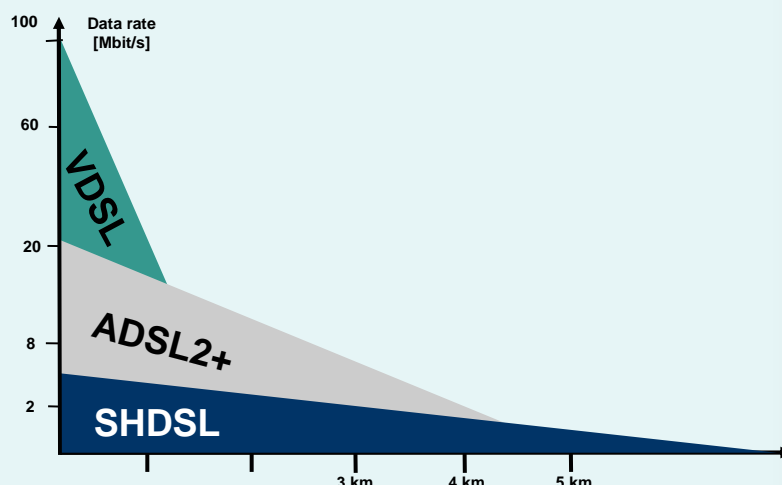
## Άλλες παραλλαγές DSL

- **SDSL/SHDSL** – Η τεχνική SDSL χρησιμοποιήθηκε κυρίως στη Β. Αμερική για μεταφορά με προσαρμοζόμενο ρυθμό πάνω από 2 σύρματες ή 4 σύρματες γραμμές και κατόπιν υιοθετήθηκε στο ITU πρότυπο ITU G.991.2 (SHDSL)
  - ✓ 192 kbps - 2.3 Mbps 2σύρματες ή 384 kbps - 4.6 Mbps 4σύρματες γραμμές
  - ✓ Το πρότυπο SHDSL υιοθετεί πιο σύνθετη κωδικοποίηση από την 2B1Q PAM τεχνική του SDSL
- **ADSL2 (ITU-T G.992.3 July 2002)**
  - ✓ Ταχύτεροι ρυθμοί – έως 12Mbps με 1Mbps
  - ✓ Μακρύτερες αποστάσεις – ~600ft / 180m
    - Δυνατότητα ελάττωσης ισχύος
    - Μειωμένο κόστος ενθυλάκωσης
    - Καλύτερη διαμόρφωση και χρήση φάσματος
- **ADSL2+ (ITU-T G.992.5 January 2003)**
  - ✓ Ταχύτεροι ρυθμοί – έως 20Mbps με 1Mbps (Φάσμα μέχρι 2.2Mhz)
  - ✓ Μείωση cross talk
  - ✓ Επιτρέπει νέες υπηρεσίες και συμβατότητα με παλαιότερες τεχνολογίες DSL

Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

## Σύγκριση Εναλλακτικών Τεχνολογιών DSL



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

Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

# 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 (Assymetric DSL)
  - β. HDSL (High Bit-Rate DSL)
  - γ. VDSL (Very High Bit-Rate DSL)

# High Bit-Rate DSL (HDSL)

## Χαρακτηριστικά

- Αποτελέσει 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)

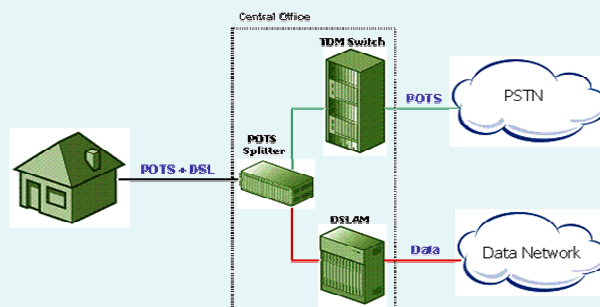
### Χαρακτηριστικά

- 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

## ADSL Εφαρμογές

-  *Internet Access & File Sharing*
-  *Video*
  -  *Broadcast TV*
  -  *Video On Demand*
-  *Voice over IP via DSL*
-  *Teleworking*
-  *Online Education & Shopping*
-  *Telemedicine*
-  *Online Gaming*

## Συνύπαρξη ADSL και Τηλεφωνικού Δικτύου



POTS- Plain Old Telephone Service

## ADSL Στοιβά Πρωτοκόλλων Modem

