

Τεχνολογίες Δικτύων Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

Digital Subscriber Line (DSL) (μέρος β')



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλ/νιών

Περιεχόμενα

- Τεχνικές Φυσικού Στρώματος
- Ανώτερα στρώματα (2-3) και υποστήριξη υπηρεσιών
- Πρωτόκολλα και μέθοδοι ενθυλάκωσης πακέτων

Τεχνολογίες Δικτύων Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

DSL: Τεχνικές Φυσικού Στρώματος



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλ/νιών

Συνοπτική καταγραφή τεχνικών DSL

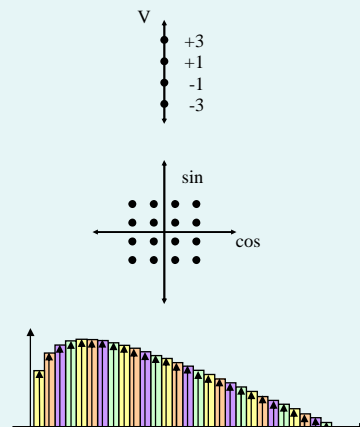
- **Constellation Encoding and Multi-Carrier Modulation**
- **Cyclic Redundancy Check (CRC)**
- **Reed-Solomon Forward Error Correction (FEC)**
- **Scrambling-Descrambling**
- **Convolutional Interleaving**
- **Equalization (TEQ and FEQ)**
- **Training**

Ορολογία

- **PAM - Pulse Amplitude Modulation**
 - ✓ Παλμοσειρά (*Pulse train*)
 - Η πληροφορία κωδικοποιείται στο πλάτος του παλμού.
 - ✓ 4-PAM: 4 πλάτη, κάθε ένα κωδικοποιεί 2 bits.
- **Derived voice**
 - ✓ Μη διαθέσιμο φάσμα για αναλογική μετάδοση
 - Η φωνή πρέπει να κωδικοποιηθεί
- **Asymmetric**
 - ✓ Ασύμμετρη κατανομή φάσματος
 - Μικρότερο εύρος στο κανάλι από το χρήστη – προς το δίκτυο (upstream)

DSL – Κωδικοποίηση Γραμμής (Line Coding)

- 2B1Q (2 bits, one quaternary) –
 - ✓ Κωδικοποίηση 4-επιπέδων PAM, κάθε μεταδιδόμενο σύμβολο (*baud*) μεταφέρει 2 bits πληροφορίας.
- CAP/QAM - Carrierless Amplitude & Phase (modulation).
 - ✓ Διδιάστατη ζωνοπερατή κωδικοποίηση παρόμοια με την τεχνική *quadrature amplitude modulation (QAM)*, όπου οι δύο συνιστώσες (*sine/cosine*) διαμορφώνονται ανεξάρτητα
- DMT - Discrete Multitone (modulation).
 - ✓ Διαμοιρασμός των δεδομένων σε μικρότερου ρυθμού ροές και διαμόρφωση πολλαπλών φερόντων με έκαστη ροή με χρήση *Fast Fourier Transforms (FFTs)*.



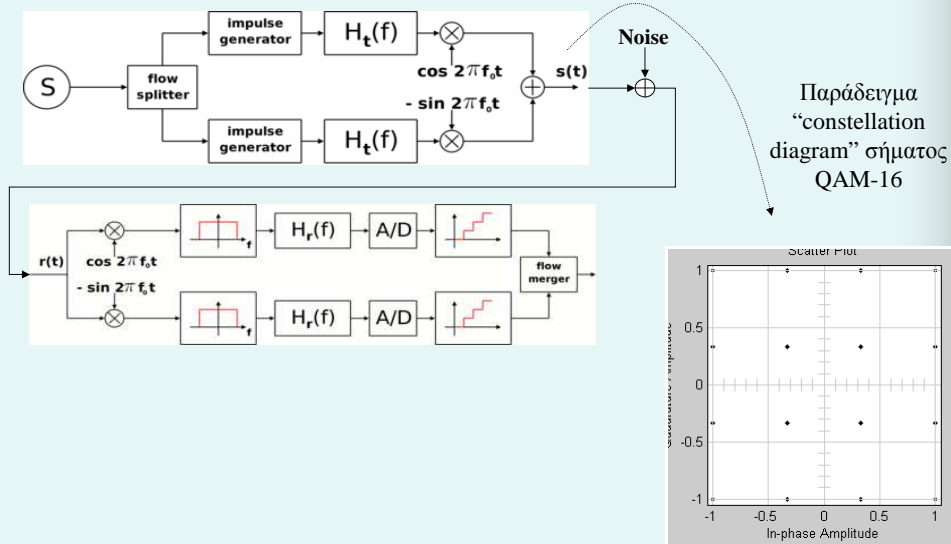
CAP

- **Carrierless amplitude/phase modulation**
 - ✓ Παρόμοια με διαμόρφωση QAM και διαφορετική δομή σήματος
 - ✓ Ο χαρακτηρισμός «carrierless» δεν είναι πλήρως αληθής
 - Η φωνή διαμορφώνει φέρον
 - Υπάρχουν upstream & downstream “carriers” – διαφέρουν από την τεχνική QAM.
- **Χρησιμοποιήθηκε στις ADSL & SDSL.**
- **Αντικαθίσταται από την τεχνική DMT.**

DMT

- **DMT = Discrete Multi-tone Code**
 - ✓ Φάσμα ζεύξης συνδρομητή (Local Loop): 0 - 1.1 MHz.
 - ✓ Διαμοιρασμός σε 256 φέροντα με απόσταση 4.3 KHz.
 - Κάποια μένουν αχρησιμοποίητα
 - π.χ., τα πρώτα 6 – χώρος για τη φωνή.
 - Η αξιοποίηση του κάθε υπο-καναλιού εξαρτάται από:
 - την ποιότητα του βρόχου - μήκος, ύπαρξη συνδετήρων κλπ.
 - εξωτερικό θόρυβο (interference) – ραδιοσυχνότητες κλπ..
 - Κωδικοποίηση σε κάθε υπο-φέρον QAM ή παραλλαγή.
 - QAM = Quadrature Amplitude Modulation.
 - Phase shift + amplitude modulation.
 - Ισοδύναμο λειτουργίας 256 παράλληλων modems.

Διαμόρφωση QAM (I)



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

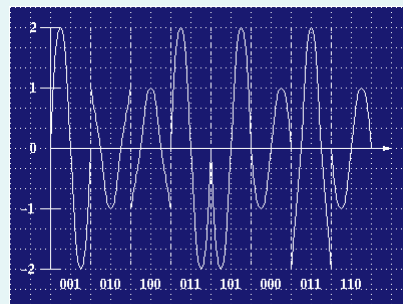
Διαμόρφωση QAM (II)

- Παράδειγμα QAM-8

001010100011101000011110

Bit value	Amplitude	Phase shift
000	1	None
001	2	None
010	1	1/4
011	2	1/4
100	1	1/2
101	2	1/2
110	1	3/4
111	2	3/4

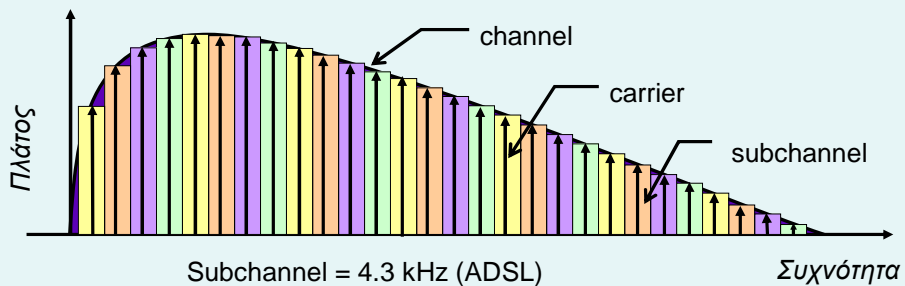
001-010-100-011-101-000-011-110



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

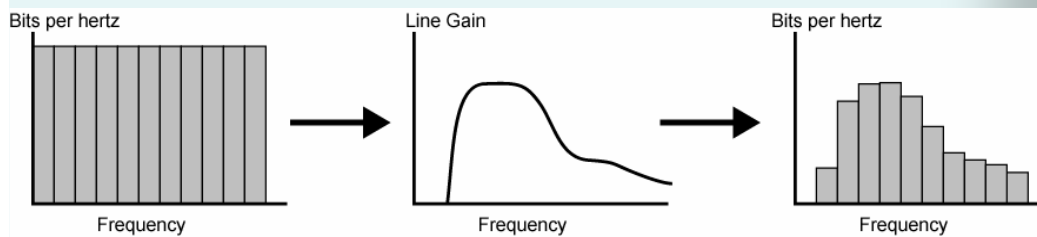
Multicarrier Modulation



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

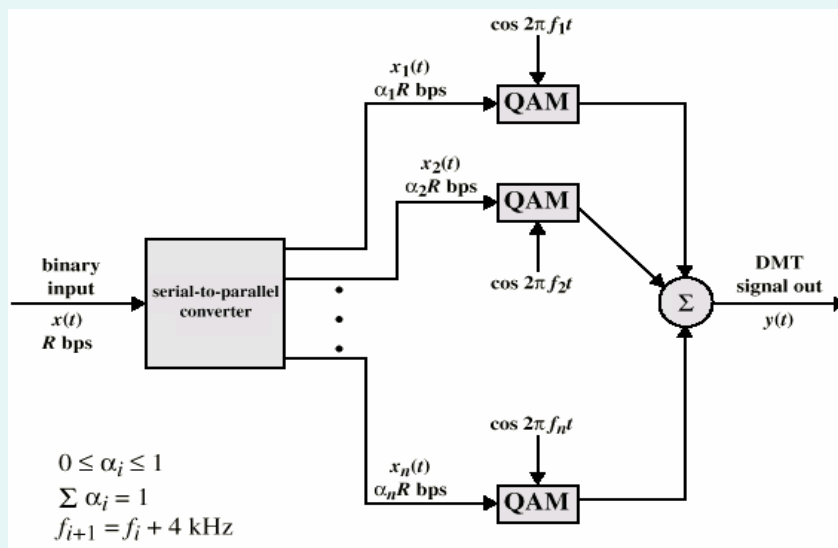
DTM Bits Per Channel Allocation



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

DMT Transmitter



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

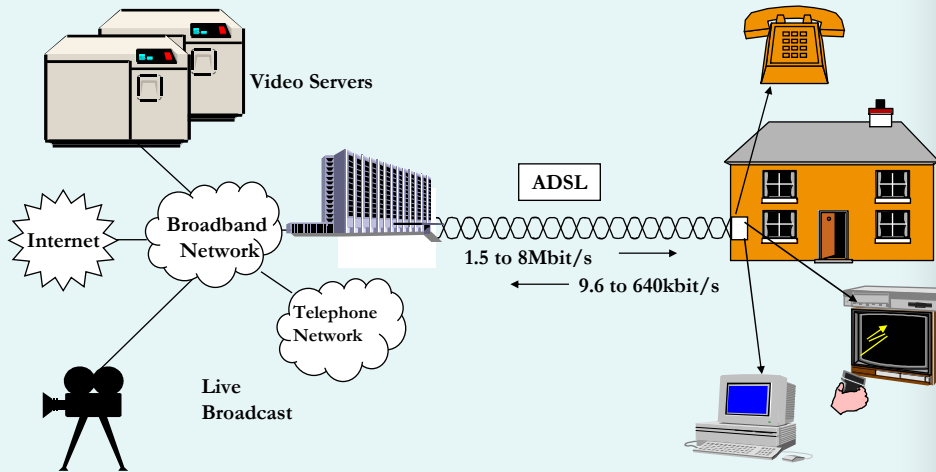
Τεχνολογίες Δικτύων Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

DSL: Ανώτερα στρώματα (2-3) και υποστήριξη υπηρεσιών



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλ/νιών

Αρχιτεκτονική/Χρήση Δικτύου Πρόσβασης ADSL



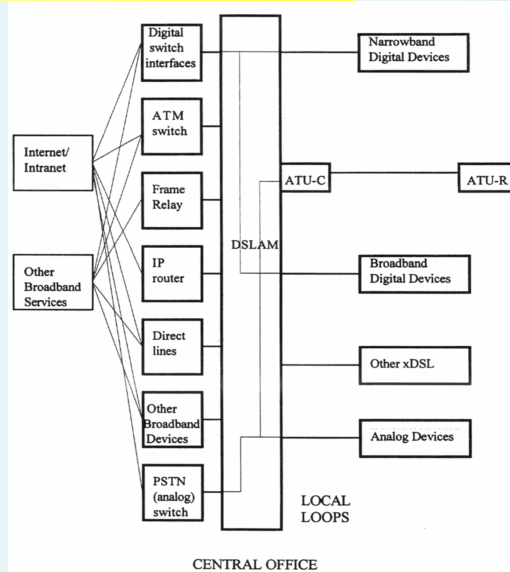
Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

ADSL

DSL Access Multiplexer

- 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)



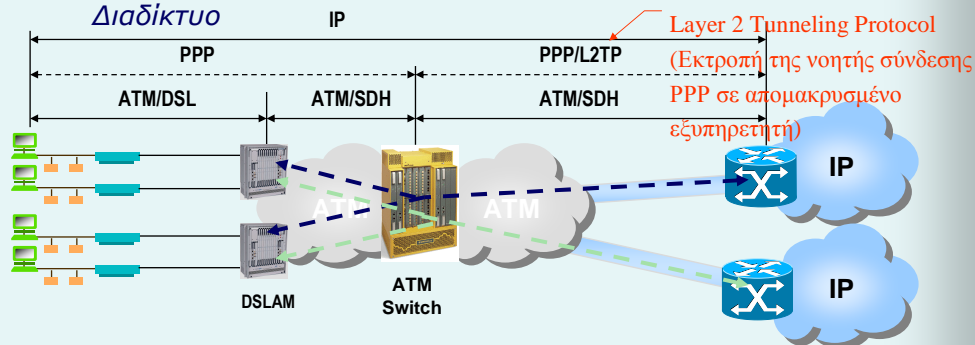
Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

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



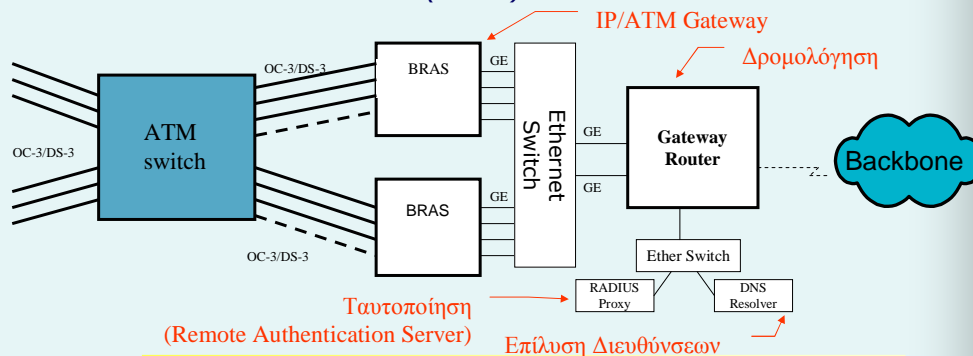
Οργανωδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Διασύνδεση με το Διαδίκτυο

- Η διασύνδεση με το Διαδίκτυο γίνεται μέσω κόμβου παρουσίας της υπηρεσίας και δρομολογητή/πύλη (IP POP - Point-of-Presence)

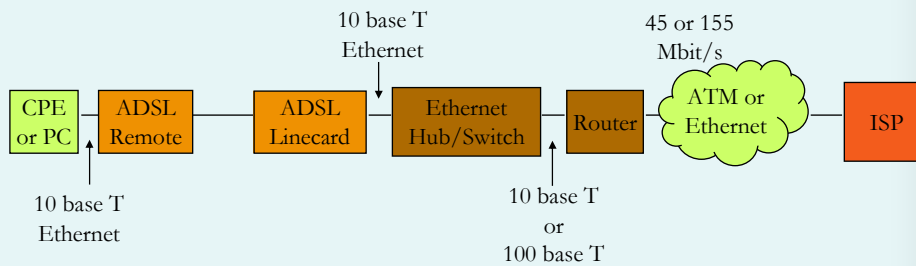
✓ Το σημείο διασύνδεσης στο δίκτυο IP ονομάζεται Broadband Remote Access Server (BRAS)



Οργανωδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

“All-IP” Architecture



Ρυθμιστικοί/Εμπορικοί Παράγοντες

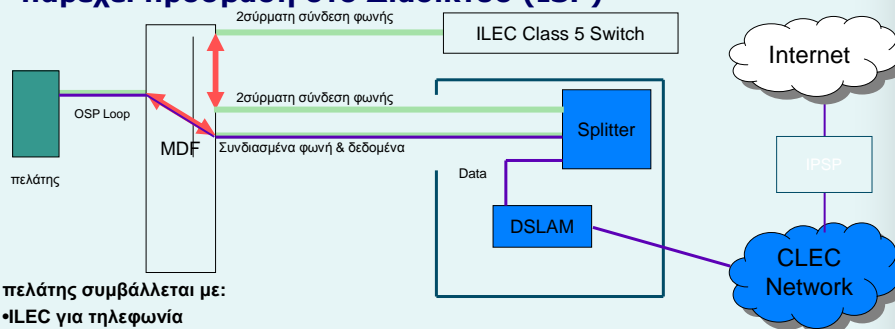
- Το τηλεφωνικό δίκτυο είχε παραδοσιακά αναπτυχθεί από δημόσιους φορείς (Incumbent Local Exchange Carriers - ILECs) και με εθνικές χρηματοδοτήσεις
- Με το άνοιγμα των αγορών προωθήθηκε η απελευθέρωση των τηλεπικοινωνιών και ανπτύσσεται τα τελευταία χρόνια έντονη προσπάθεια ρύθμισης (ή απορρύθμισης ;) 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 (επιβεβλημένη 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)

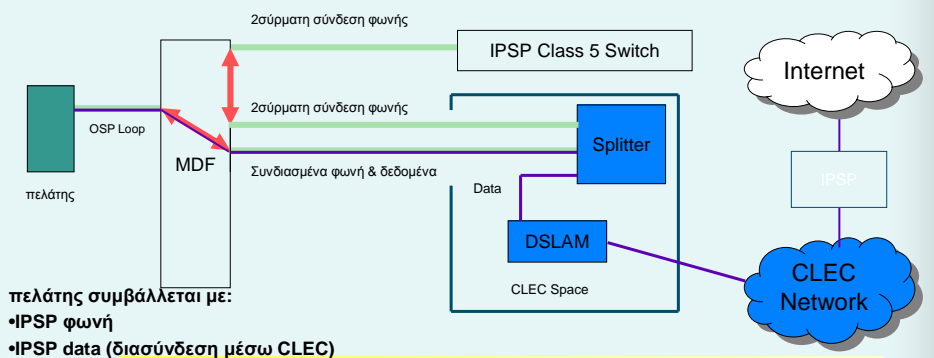


πελάτης συμβάλλεται με:

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

Διαμερισμός Βρόχου (Loop Splitting)

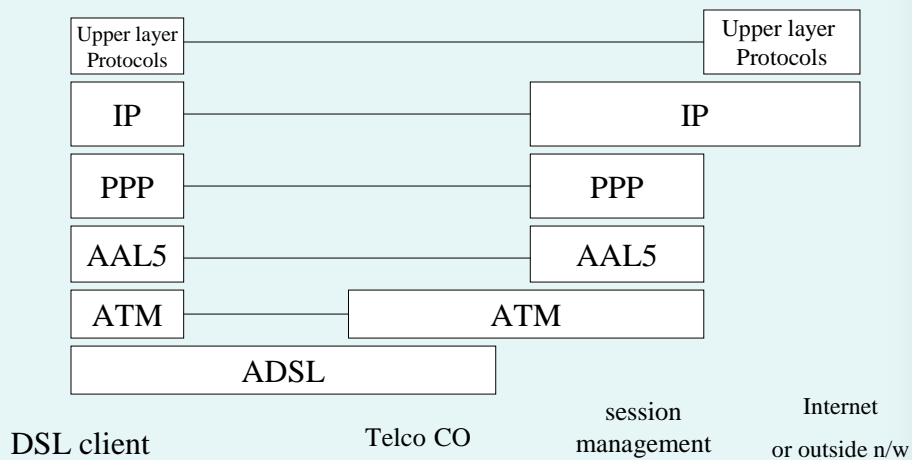
- Ένας (νέος) πάροχος παρέχει διασύνδεση με τον μεταγωγέα φωνής και υπηρεσίες τηλεφωνίας
- Ένας CLEC μπορεί να «επινοικιάσει» το άνω μέρος του φάσματος για παροχή δικτυακών υπηρεσιών



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

ADSL Διαστρωμάτωση/Πρωτόκολλα



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου