



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

ΔΙΚΤΥΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

Ενότητα #4: Πρωτόκολλα X.25, Frame Relay, ISDN

Καθηγητής Χρήστος Ι. Μπούρας

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο
Πατρών

email: bouras@cti.gr, site: <http://ru6.cti.gr/ru6/bouras>

Σκοποί ενότητας

- Εξοικείωση με τα πρωτόκολλα X.25, Frame Relay, ISDN



Περιεχόμενα ενότητας

- Πρωτόκολλο X.25
 - DTE – DCE, Λειτουργίες, Επίπεδα
 - Νοητά Κυκλώματα (Virtual Circuits), LAPB πρωτόκολλο, Packet-Layer Protocol
- Πρωτόκολλο Frame Relay
 - Περιγραφή, Χρήσεις,
 - Αρχιτεκτονική, Έλεγχος συμφόρησης
- Πρωτόκολλο ISDN
 - Αρχιτεκτονική, Συσκευές, Κανάλια
 - ISDN Ευρείας Ζώνης, Είδη γραμμών



Πρωτόκολλα X.25, Frame Relay,
ISDN

Εισαγωγή

- Στα πρώτα δίκτυα υπολογιστών, το μεγάλο τότε κόστος οδηγούσε στην χρήση αποκλειστικών κυκλωμάτων/ γραμμών σύνδεσης με συγκεκριμένα μεγάλα mainframe συστήματα
- Η έλλειψη standards απέτρεπε την επέκταση τέτοιων συστημάτων με άλλα διαφορετικά συστήματα
- Αυτό επέβαλε τη χρήση των δημοσίων δικτύων επικοινωνιών και τη σύσταση standards για τη σύνδεση των συνδρομητών με το δίκτυο

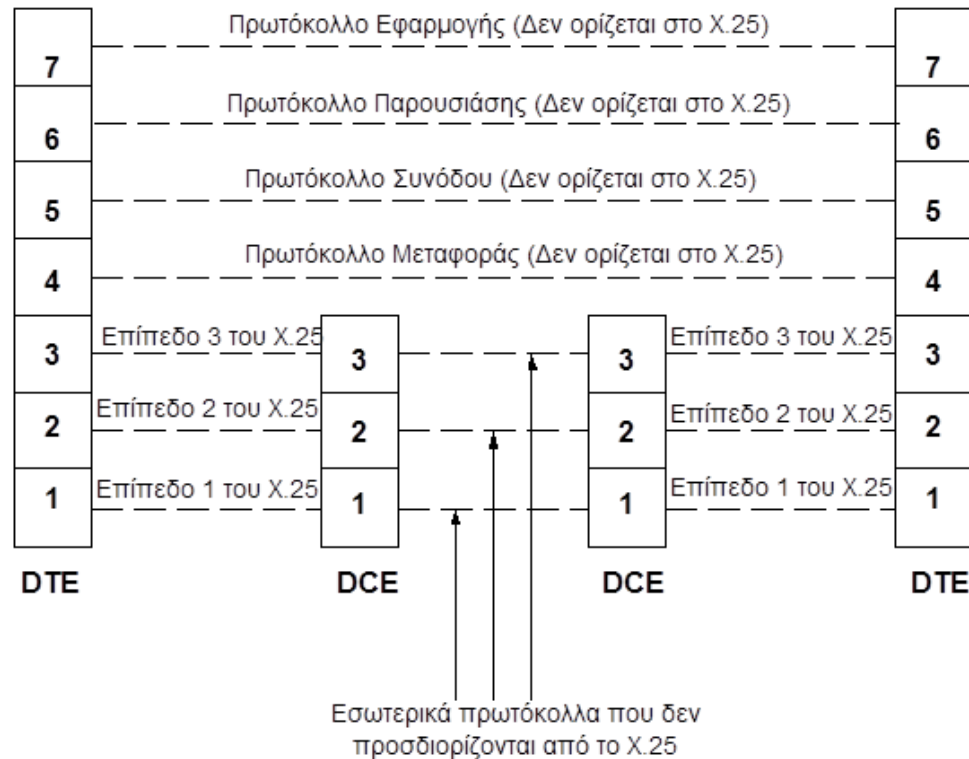


Πρωτόκολλο X.25 (1/2)

- Είναι πρωτόκολλο της ITU για δίκτυα WAN που καθορίζει πως συνδέονται οι συσκευές του χρήστη και του δικτύου
- Είναι ανεξάρτητο από τον τύπο των συνδεδεμένων συστημάτων και καθορίζει διασύνδεση μεταξύ συνδρομητών (DTE – Data Terminal Equipment) και του δικτύου μεταγωγής (DCE – Data Circuit Terminating Equipment)
- Είναι συμβατό με το OSI/ISO και αναφέρεται στα 3 πρώτα επίπεδά του ενώ τα υπόλοιπα επίπεδα είναι στην αρμοδιότητα του χρήστη
- Χρησιμοποιείται κυρίως στα δίκτυα μεταγωγής πακέτου κοινών φορέων, όπως είναι οι τηλεπικοινωνιακές εταιρίες



Το X.25 πρωτόκολλο στα επίπεδα του OSI



Το X.25 πρωτόκολλο στα επίπεδα του OSI



DTE - DCE

- DTE (Data Terminal Equipment) : Είναι μια συσκευή που συνδέεται στο δίκτυο και λειτουργεί ανταλλάσσοντας πακέτα (π.χ. ένα τερματικό)
- Για να συνδεθεί ένα ασύγχρονο τερματικό σε ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων, παρεμβάλλεται ειδική συσκευή PAD – (Packet Assembler Disassembler)
- DCE (Data Circuit Terminating Equipment): Είναι ένας κόμβος ενός δικτύου μεταγωγής πακέτων, επιφορτισμένος με την προώθηση των Incoming Calls προς άλλα DTEs
- Συνήθως τα DCEs είναι οι κόμβοι του δικτύου στους οποίους συνδέονται τα διάφορα DTEs

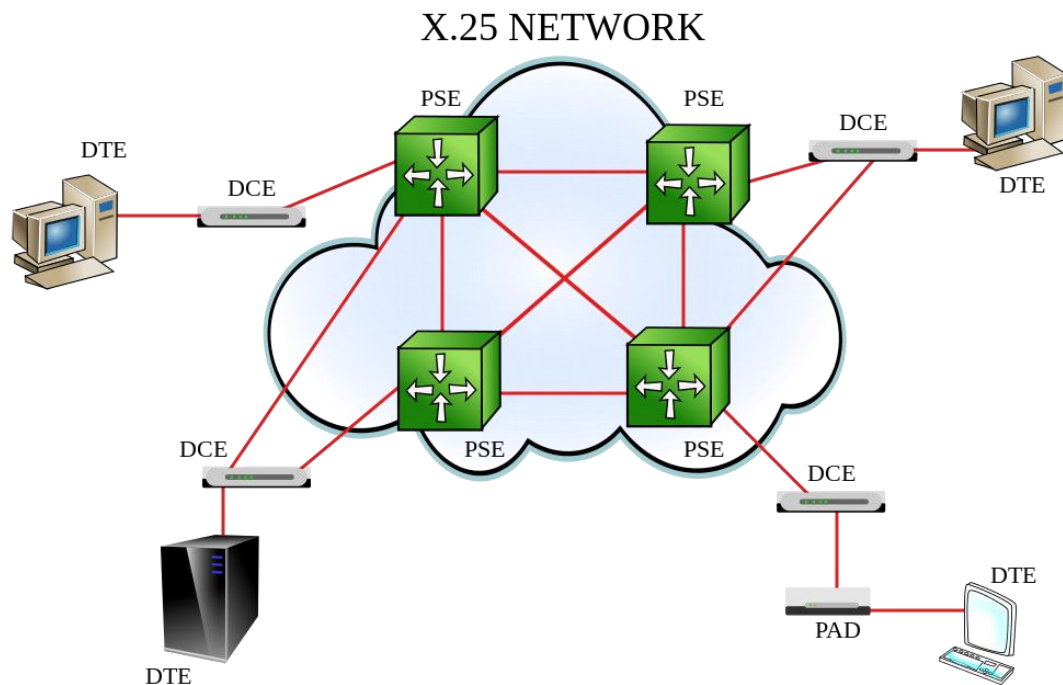


Λειτουργία X.25

- Ανταλλαγή κωδίκων για την εγκατάσταση μιας σύνδεσης (link set-up)
- Αλληλουχία λειτουργιών που αφορούν
 - τη μετάδοση/λήψη δεδομένων,
 - τη διαχείριση διαδικασιών ελέγχου σφαλμάτων
 - την εξασφάλιση έγκυρης και σωστής λήψης πληροφοριών



Διάγραμμα δικτύου X.25



Διάγραμμα δικτύου X.25

(πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/X.25#/media/File:X25-network-diagram-0a.svg>)



Επίπεδα X.25

- Το X.25 ορίζει τις διαδικασίες επικοινωνίας μεταξύ των DTE και DCE σε 3 επίπεδα:
 - Επίπεδο 1 (φυσικό επίπεδο): Ορίζει τα χαρακτηριστικά για την σύνδεση DTE/DCE και τη μεταφορά bit
 - Επίπεδο 2 (διασύνδεσης δεδομένων): Η πληροφορία ομαδοποιείται σε πλαίσια και ορίζονται οι διαδικασίες ανταλλαγής πλαισίων και αντιμετώπισης σφαλμάτων
 - Επίπεδο 3 (δικτύου): Τα δεδομένα με τις πληροφορίες ελέγχου παίρνουν τη μορφή πακέτων και μεταφέρονται στο δίκτυο



Νοητά Κυκλώματα (Virtual Circuits)

- Είναι οι συνδέσεις μεταξύ δύο DTE που δεν αναπαριστούν φυσική σύνδεση, αλλά ένα λογικό μονοπάτι
- Η διαδικασία για τη δημιουργία ενός νοητού κυκλώματος είναι γνωστή ως κλήση
- Οι DCE και DTE χρησιμοποιούν TDM (Time Division Multiplexing) για την πολυπλεξία
- Δύο είδη Νοητών Κυκλωμάτων:
 - μόνιμη νοητή σύνδεση (Permanent Virtual Circuit ή PVC)
 - προσωρινή νοητή σύνδεση (Switched Virtual Circuit ή SVC)



Πλεονεκτήματα X.25

- Προσφέρει αποτελεσματική δρομολόγηση
- Προσφέρει ασφάλεια δεδομένων
- Προσφέρει μεγαλύτερη αξιοπιστία διευκολύνοντας την ύπαρξη μηχανισμού επιβεβαίωσης της σωστής επικοινωνίας
- Ένα πακέτο δεν πρόκειται να μονοπωλεί κάποια DTE/DCE σύνδεση για πολύ χρόνο
- Αν κάποιο πακέτο ληφθεί λάθος, τότε χρειάζεται να σταλεί ξανά μόνο αυτό το πακέτο

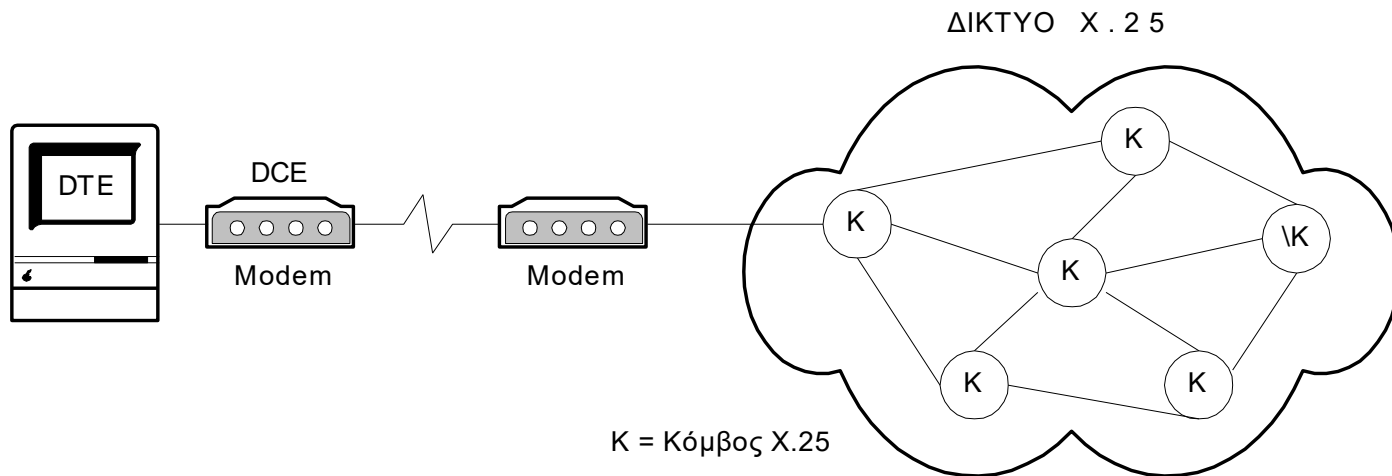


Χ.25 Επίπεδο 1

- Ορίζει τα χαρακτηριστικά της φυσικής σύνδεσης DTE/DCE
- Η φυσική σύνδεση μεταξύ ενός DTE και του δικτύου γίνεται με μισθωμένη τηλεφωνική γραμμή ή modem
- Συνήθης υλοποίηση με Χ.21 προδιαγραφές :
 - Εξασφαλίζει τη μετάδοση δεδομένων υπό μορφή bit μεταξύ DTE και DCE
 - Παρέχει σύγχρονη και full duplex μετάδοση



Φυσική Σύνδεση X.21



Φυσική σύνδεση X.21

Χ.25 Επίπεδο 2

- Σκοπός του επιπέδου είναι η αξιόπιστη, χωρίς σφάλματα μεταφορά δεδομένων μεταξύ των δύο άκρων
- Εξασφαλίζει τη σωστή λήψη των πλαισίων και με σωστή σειρά
- Ξαναστέλνει τα πλαίσια που λήφθηκαν λανθασμένα
- Παρέχει σύγχρονη, σημείο προς σημείο full duplex επικοινωνία



LAPB

- Η ITU-T συνιστά το LAPB (Link Access Procedure Balanced) σαν πρωτόκολλο για το Data Link Layer του X.25
- Το LAPB είναι υπεύθυνο για την αποκατάσταση σύνδεσης, την αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων και τον λογικό τερματισμό της σύνδεσης
- Τα frames διακρίνονται σε Πλαίσια εντολών (Command Frames) και Πλαίσια Απαντήσεων (Response Frames)
- Χαρακτηριστικά :
 - Απλό και έξυπνο
 - Δυναμική ανάθεση ρόλων master-slave μεταξύ DTE και DCE
 - Οποιοσδήποτε DTE ή DCE μπορεί να διακόψει τη σύνδεση

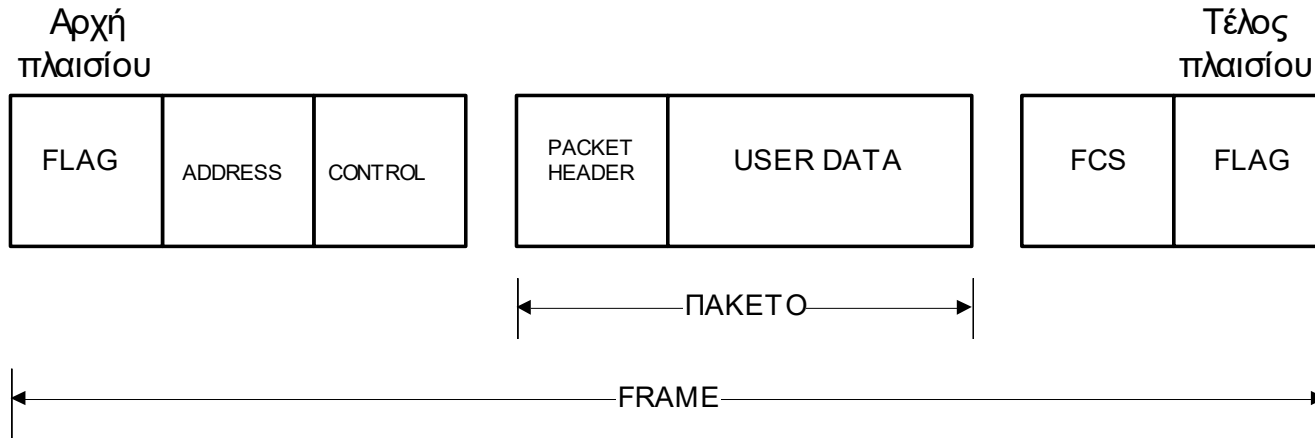


Κατηγορίες Πλαισίων

- Τα πλαίσια χωρίζονται στα:
 - U-frames (Unnumbered Frames): Χρησιμοποιούνται για αποκατάσταση / τερματισμό σύνδεσης
 - I-frames (Information Frames): Χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά πληροφορίας
 - S-frames (Supervisory Frames): Χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της σωστής και αξιόπιστης ροής
- Σημαντικότερα Πλάισια Επιπέδου 2:
 - Receive Ready / Receive Not Ready / Disconnect / Set Asynchronous Balanced Mode / Unnumbered Acknowledgement



Δομή ενός X.25 Πλαισίου



Δομή ενός X.25 Πλαισίου

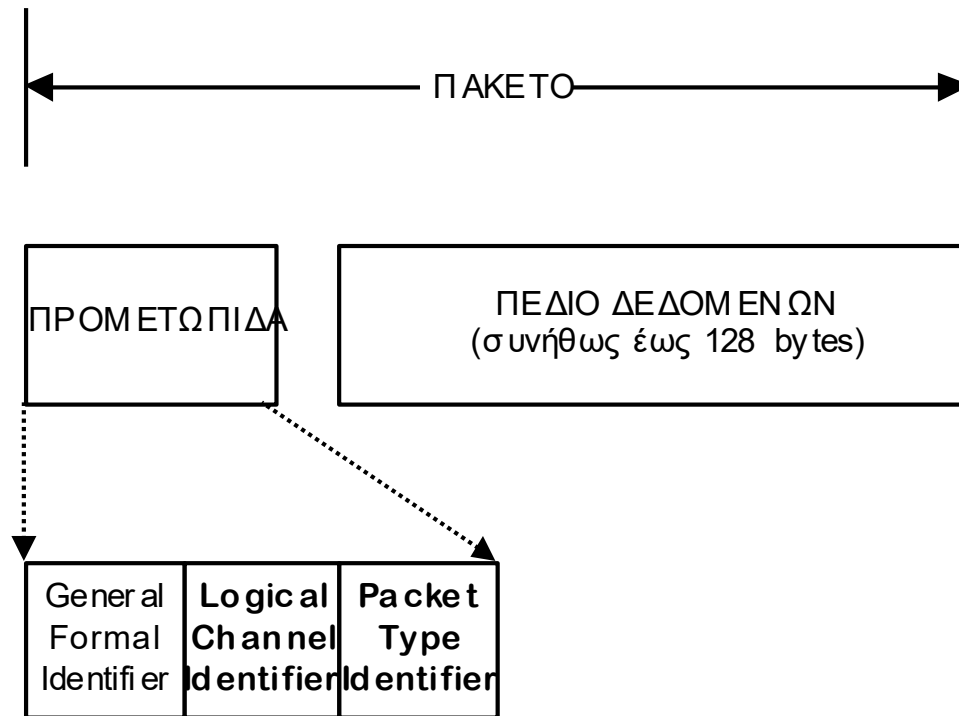


Χ.25 Επίπεδο 3

- Packet-Layer Protocol: Το πρωτόκολλο αυτό περιγράφει την ανταλλαγή πακέτων μεταξύ DTE και DCE
- Οι βασικές λειτουργίες που ορίζονται είναι:
 - Δημιουργία πακέτων ελέγχου και μεταφοράς δεδομένων
 - Διαδικασίες ανταλλαγής των πακέτων αυτών μεταξύ DTE/DCE
 - Δημιουργία και εποπτεία Νοητών Κυκλωμάτων



Γενική Μορφή ενός Πακέτου X.25



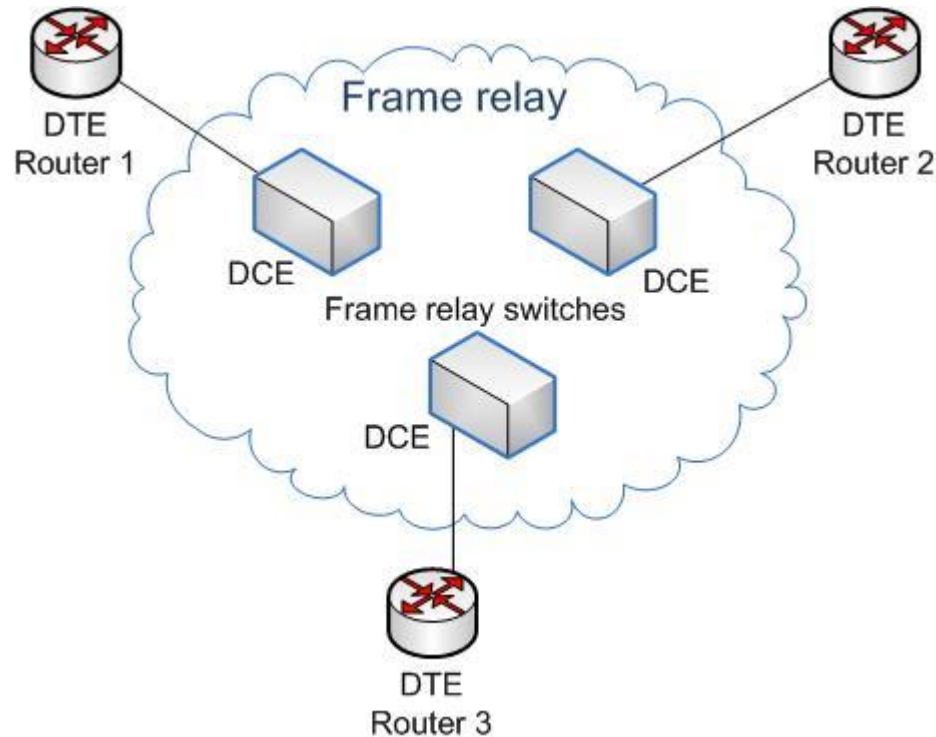
Γενική Μορφή ενός Πακέτου X.25

Frame Relay

- Είναι ένα στάδιο εξέλιξης του X.25 με ταχύτητες από 64Kbps μέχρι 45Mbps
- Βασίζεται στην μεταγωγή πακέτου και στη μεταγωγή μονάδων δεδομένων μεταβλητού μήκους (πλαίσια)
- Σε αντίθεση με το X.25:
 - Η σηματοδότηση ελέγχου μεταφέρεται σε ένα ξεχωριστό λογικό κανάλι
 - Η πολυπλεξία και η μεταγωγή πακέτων γίνεται στο επίπεδο 2 αντί για το επίπεδο 3
 - Δεν υπάρχουν hop-by-hop έλεγχοι ροής και λάθους



Βασική διάταξη Frame Relay δικτύου



Βασική διάταξη Frame Relay δικτύου

(πηγή:

https://en.wikipedia.org/wiki/Frame_Relay#/media/File:Frame_relay.jpg)



Πλεονεκτήματα Frame Relay

- Δυνατότητα διαμοιρασμού θύρας και γραμμής
- Υψηλές ταχύτητες και απόδοση
- Χαμηλές καθυστερήσεις
- Ευελιξία στα κόστη υλοποίησης
- Εύκολη επέκταση και διαχείριση των δικτύων
- Ιδιαίτερα αποδοτικό για ISDN δίκτυα



Σύγκριση Frame Relay με άλλες τεχνολογίες

Απαιτήσεις	Μεταγώγιμα Κυκλώματα	Μισθωμένα Κυκλώματα	X.25	Frame Relay
Υψηλές Ταχύτητες	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
Εύρος ζώνης κατόπιν ζήτησης	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι
Συνδέσεις προς πολλαπλά σημεία	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι
Δικτυακή Ευελιξία	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι
Ευελιξία στα κόστη υλοποίησης	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι

Σύγκριση Frame Relay με άλλες τεχνολογίες



Frame mode υπηρεσίες φορέα

- Frame relaying
 - είναι μια βασική αναξιόπιστη πολυπλεγμένη δικτυακή υπηρεσία για την μεταφορά πλαισίων πάνω από ISDN κανάλια
- Frame switching
 - Είναι μια βελτιωμένη αξιόπιστη δικτυακή υπηρεσία για την μεταφορά data-link πλαισίων πάνω από ISDN κανάλια
 - Τα πλαίσια μεταδίδονται με σήματα επιβεβαίωσης και το δίκτυο ανιχνεύει και διορθώνει λάθη λειτουργικά, μετάδοσης και διαμόρφωσης



Αρχιτεκτονική User-Network Interface (UNI)

- 2 λειτουργικά επίπεδα:
 - επίπεδο ελέγχου (control-plane): εμπλέκεται στην εγκατάσταση και στον τερματισμό λογικών συνδέσεων
 - Για αξιόπιστη data-link υπηρεσία μεταξύ του χρήστη και του δικτύου χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο LAPD
 - επίπεδο χρήστη (user-plane): είναι υπεύθυνο για την μεταφορά δεδομένων μεταξύ των χρηστών
 - Για την μεταφορά πληροφορίας μεταξύ των χρηστών χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο LAPF (Q.922)



LAPD - LAPF

- LAPD (Link Access Protocol for channel D)
 - Παρέχει 2 τύπους υπηρεσιών: υπηρεσία μεταφοράς με και χωρίς επιβεβαίωση λήψης
- LAPF (Link Access Procedure for Frame-mode bearer services)
 - επέκταση του LAPD - μόνο οι βασικές λειτουργίες του χρησιμοποιούνται στο Frame Relay
 - core πρωτόκολλο: ένα υποσύνολο του LAPF που χρησιμοποιείται για την frame-relaying υπηρεσία φορέα
 - control πρωτόκολλο: το πλήρες LAPF πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στην frame-switching



Μορφή πλαισίων LAPD

			<i>Μήκος Πεδίο (σε οκτάδες)</i>
Σημαία			1
Ταυτοποιητής Σημείου Πρόσβασης σε Υπηρεσία (SAPI)	C/R	0	1
Ταυτοποιητής Σημείου Τεματικού Απόληξης (TEI)		1	1
Ελεγχος			1-2
Πληροφορία			0-128 ή 0-260
Ακολουθία Ελέγχου Πλαισίου (FCS)			2
Σημαία			1

Μορφή πλαισίων LAPD



Πρωτόκολλο ελέγχου κλήσης (call-control)

- Συμμετέχει στην ανταλλαγή μηνυμάτων ανάμεσα στον χρήστη και τον χειριστή πακέτων πάνω από μια προϋπάρχουσα σύνδεση πρόσβασης
- Τα μηνύματα μεταδίδονται με:
 - Switched πρόσβαση στον διαχειριστή πλαισίων - Τα μηνύματα ελέγχου κλήσης μεταδίδονται σε πλαίσια Frame Relay μέσω του ίδιου καναλιού (B ή H)
 - Integrated πρόσβαση - Τα μηνύματα ελέγχου κλήσης μεταδίδονται σε πλαίσια LAPD από το D κανάλι



Είδη κυκλωμάτων

- Αντίστοιχα με το X.25:
 - PVCs (Permanent Virtual Circuits)
 - SVCs (Switched Virtual Circuits)
- PVC segment
 - PVC segment: το κομμάτι του PVC το οποίο παρέχεται από κάθε δίκτυο, όταν ένα PVC μεταξύ δύο χρηστών εμπεριέχει περισσότερα από ένα δίκτυα
 - Configured PVC segment: ένα κομμάτι του δικτύου για το οποίο ο network operator έχει καταχωρήσει μια ιδεατή σύνδεση μεταξύ δυο σημείων

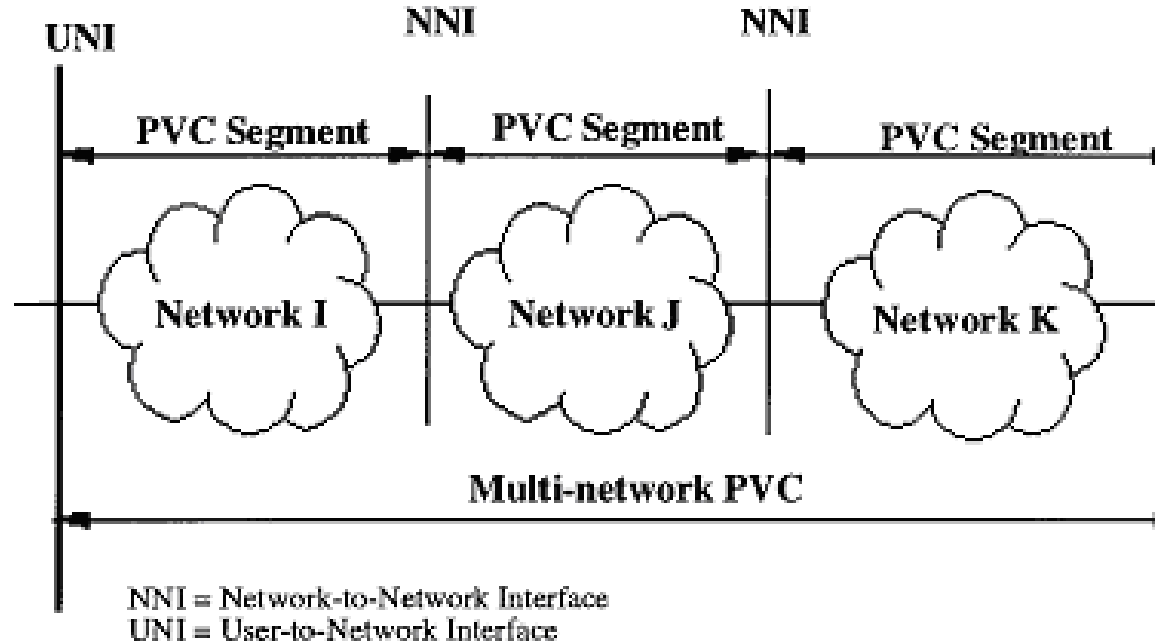


Network-to-network interface (NNI) διαδικασίες

- Οι NNI διαδικασίες χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή μηνυμάτων κατάστασης μεταξύ των δικτύων, όπως:
 - Εγκατάσταση / Αποσύνδεση LAPF σύνδεσης
 - Αναφορά κατάστασης NNI
 - Αναφορά νέων PVC segments
 - Απόφαση και αναφορά για τη διαθεσιμότητα ενός PVC
 - Αναφορά διαγραμμένων PVCs



Network-to-Network Interface (NNI)



Network-to-Network Interface (NNI)

Έλεγχος συμφόρησης

- Το LAPF προσφέρει αποδοτική μετάδοση δεδομένων, επιτρέπει όμως την πιθανότητα της συμφόρησης
- Έχουν προταθεί μια ποικιλία τεχνικών ελέγχου συμφόρησης με στόχο την:
 - Ελαχιστοποίηση απόρριψης πλαισίων
 - Διατήρηση μιας αποδεκτής ποιότητας εξυπηρέτησης
 - Αποφυγή μονοπώλησης των πόρων από τους χρήστες και δίκαια κατανομή των πόρων του δικτύου
 - Δημιουργία ελάχιστου overhead και περιορισμό της επέκτασης της συμφόρησης



Τεχνικές ελέγχου συμφόρησης

Τεχνική	Τύπος	Λειτουργία	Βασικά Στοιχεία
Έλεγχος Απόρριψης	Στρατηγική απόρριψης	Προσφέρει καθοδήγηση στο δίκτυο σχετικά με πια πλαίσια να απορρίψει	KA bit
Όπισθεν ρητή ειδοποίηση συμφόρησης	Αποφυγή συμφόρησης	Προσφέρει καθοδήγηση στα τελικά συστήματα για την συμφόρηση στο δίκτυο	bit BECN ή μήνυμα ΣΔΕΣ
Έμπροσθεν ρητή ειδοποίηση συμφόρησης	Αποφυγή συμφόρησης	Προσφέρει καθοδηγεί στα τελικά συστήματα για την συμφόρηση στο δίκτυο	bit FECN
Συνεπαγόμενη ειδοποίηση συμφόρησης	Ανάκαμψη από συμφόρηση	Το τελικό σύστημα εξάγει συμπεράσματα από την απώλεια πλαισίων	Αριθμοί σειράς σε υψηλότερα επίπεδα PDU.

Τεχνικές ελέγχου συμφόρησης



ISDN: Integrated Services Digital Network

- Το ISDN προσφέρει εναλλακτική δικτύωση ευρείας περιοχής
- Βασίζεται στην αρχή παροχής ενός συνόλου καναλιών σε μια διεπαφή
 - Το Κανάλι B στα 64 Kbps για μεταγωγή κυκλώματος, μεταγωγή πακέτου και αποκλειστικά μισθωμένα κυκλώματα
 - Το Κανάλι D για σηματοδοσία ελέγχου
- Το ISDN ευρείας ζώνης είναι μια δεύτερης γενιάς προδιαγραφή του ISDN και παρείχε υψηλούς ρυθμούς ψηφιακών δεδομένων
- Δεν πέτυχε την ανάπτυξη που αναμενόταν και γρήγορα ξεπεράστηκε



Αρχές του ISDN

- Υποστήριξη εφαρμογών με/χωρίς φωνή, χρησιμοποιώντας ένα περιορισμένο σύνολο προτυποποιημένων υπηρεσιών
- Υποστήριξη μεταγωγής πακέτου, κυκλώματος και μισθωμένες γραμμές
- Αξιοπιστία σε γραμμές των 64 kbps
- Αρχιτεκτονική πρωτοκόλλων οργανωμένη σε στρώματα που αντιστοιχούν στο μοντέλο OSI
- Ποικιλία διατάξεων: περισσότερες από μια φυσικές διατάξεις είναι πιθανές για την υλοποίηση του ISDN



Διεπαφή Χρήστη

- Ο χρήστης έχει πρόσβαση στο ISDN μέσω μιας τοπικής διεπαφής σε μια «ψηφιακή γραμμή» συγκεκριμένου ρυθμού bit
- Ψηφιακές γραμμές διαφορετικών χωρητικοτήτων είναι διαθέσιμες για την ικανοποίηση διαφορετικών αναγκών



Στόχοι ISDN

- Προτυποποίηση
- Διαφάνεια
- Διαχωρισμός ανταγωνιστικών λειτουργιών
- Μισθωμένες και μεταγόμενες υπηρεσίες
- Κοστολόγια
- Ομαλή μεταφορά
- Υποστήριξη πολυπλεξίας



Τεχνολογία ISDN

- Όταν αναφερόμαστε στην τεχνολογία που διέπει το ISDN οφείλουμε να επισημάνουμε τους εξής τομείς :
 - Την γενικότερη αρχιτεκτονική
 - Τις χρησιμοποιούμενες συσκευές
 - Τα σημεία αναφοράς του δικτύου ISDN
 - Τα κανάλια μετάδοσης



Αρχιτεκτονική ISDN (1/2)

- Στην αρχιτεκτονική του ISDN τα σπουδαιότερα στοιχεία είναι:
 - Οι συσκευές του δικτύου και των χρηστών
 - Τα σημεία αναφοράς και τα σημεία διασύνδεσης
 - Τα κανάλια μεταδόσεως και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας



Χρησιμοποιούμενες Συσκευές

- Συσκευή TE (Terminal Equipment): Είναι όλες οι τερματικές συσκευές, συμβατές ή όχι με το ISDN
- Συσκευή TA (Terminal Adaptor): Ειδικός μετατροπέας για τη σύνδεση ενός απλού τερματικού (όχι ISDN) στο δίκτυο
- Συσκευή NT2 (Network Termination 2): Επιλέγει λειτουργίες πολυπλεξίας ή και μεταγωγής πληροφορίας
- Συσκευή NT1 (Network Termination 1): Είναι το τελευταίο σημείο του δικτύου προς την πλευρά του χρήστη
- LT (Line Termination): Βρίσκεται στο τηλεπικοινωνιακό κέντρο και ανήκει στη γραμμή του κάθε συνδρομητή
- ET (Exchange Termination) ή ST (Switching Termination): Είναι το τοπικό κέντρο μεταγωγής του δικτύου ISDN



Σημεία Αναφοράς του Δικτύου (1/2)

- Είναι τα σημεία διαχωρισμού βασικών λειτουργιών του δικτύου
- Σημείο αναφοράς R: μεταξύ ενός τερματικού (TE2) μη συμβατό με το ISDN και ενός μετατροπέα (TA)
- Σημείο αναφοράς S: μεταξύ ενός ISDN τερματικού (TE1) ή μετατροπέα TA και ενός NT2
 - Ο βασικός ρυθμός μετάδοσης είναι 144 kbps, και γίνεται διαμοιρασμός του ρυθμού μετάδοσης μεταξύ των τερματικών

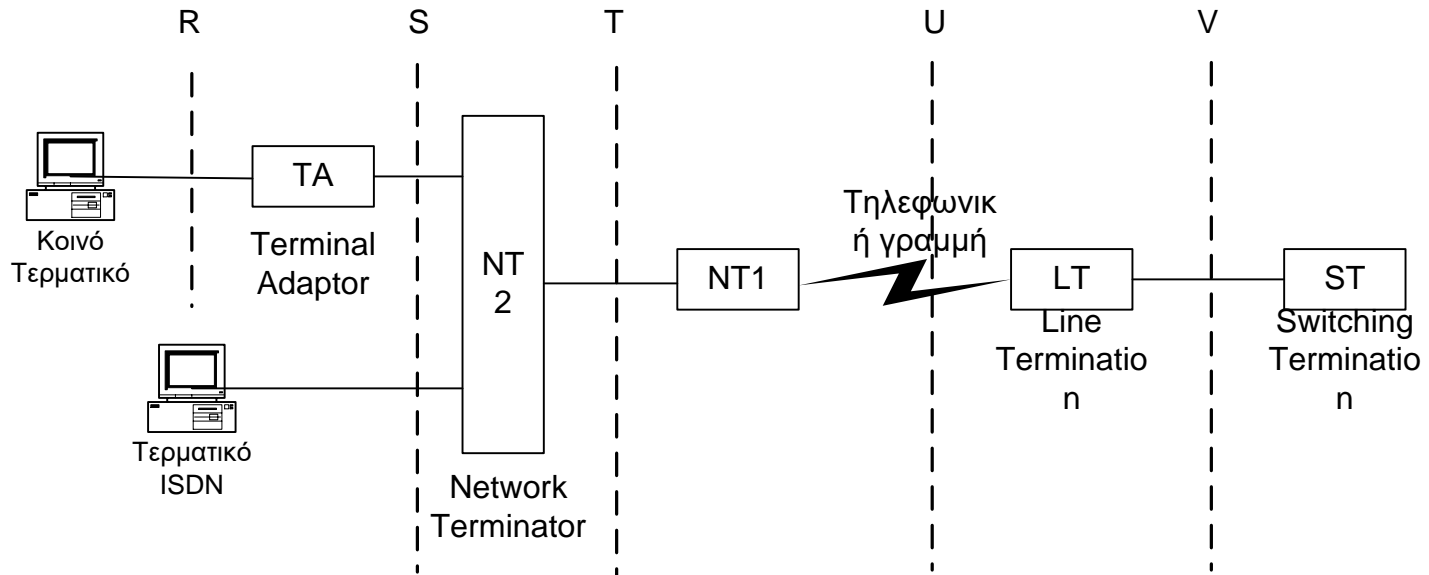


Σημεία Αναφοράς του Δικτύου (2/2)

- Σημείο αναφοράς T: μεταξύ του άκρου του δικτύου NT2 και του άκρου NT1. Παρέχονται δύο ρυθμοί μετάδοσης :
 - basic rate (βασικός ρυθμός): 144 kbps
 - primary rate (πρωτεύων ρυθμός): 1984 kbps
- Σημείο αναφοράς U: μεταξύ του NT1 και του LT που μεταφέρει ISDN μεταξύ του πλησιέστερου επικοινωνιακού κόμβου και της εγκατάστασης του συνδρομητή
- Σημείο αναφοράς V: μεταξύ LT και ET και εξυπηρετεί τηλεπικοινωνιακές συνδέσεις μεταξύ κόμβων ISDN



Βασικά στοιχεία του ISDN



Βασικά στοιχεία του ISDN



Κανάλια Μετάδοσης

- Η χωρητικότητα της γραμμής της φυσικής σύνδεσης διαιρείται σε κανάλια επικοινωνίας
- Το κανάλι B (των 64 kbps) είναι το κύριο κανάλι και μεταφέρει data και φωνή σε ψηφιακή μορφή
- Το κανάλι D (των 16 ή 64 kbps) μεταφέρει τη σηματοδότηση των κλήσεων του καναλιού B για circuit switched τύπο σύνδεσης
 - Χρησιμοποιείται και για μετάδοση data σε χαμηλές ταχύτητες
- Το κανάλι H (των 384 ή 1536 ή 1920 kbps) εξυπηρετεί μεταδόσεις μεγάλων ταχυτήτων όπως η μετάδοση video



Πρόσβαση στο Δίκτυο ISDN (1/2)

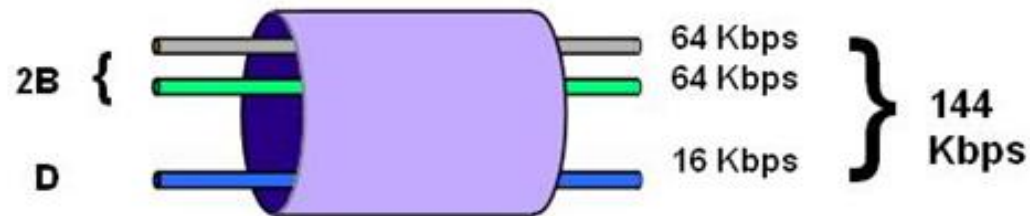
Δύο τύποι πρόσβασης στο δίκτυο ISDN:

- Βασική Πρόσβαση (Basic Rate Access / BRA):
απευθύνεται σε μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις και ιδιώτες
 - Συνήθως γίνονται με τη χρήση δύο καναλιών B των 64 kbps και ενός D των 16 kbps με συνολική ταχύτητα 144 kbps
- Πρωτεύουσα Πρόσβαση (Primary Rate Access / PRA):
απευθύνεται σε επιχειρήσεις και οργανισμούς με σύνθετες τηλεπικοινωνιακές απαιτήσεις
 - Εξασφαλίζονται 30 γραμμές επικοινωνίας από τα 30 B κανάλια παρέχοντας συνολική ταχύτητα 2.048 Mbps

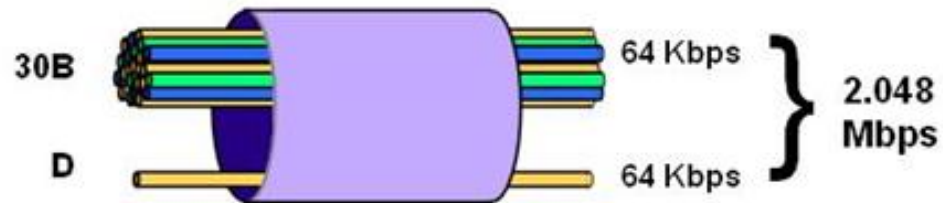


Πρόσβαση στο Δίκτυο ISDN (2/2)

Πρόσβαση Βασικού Ρυθμού (BRA)

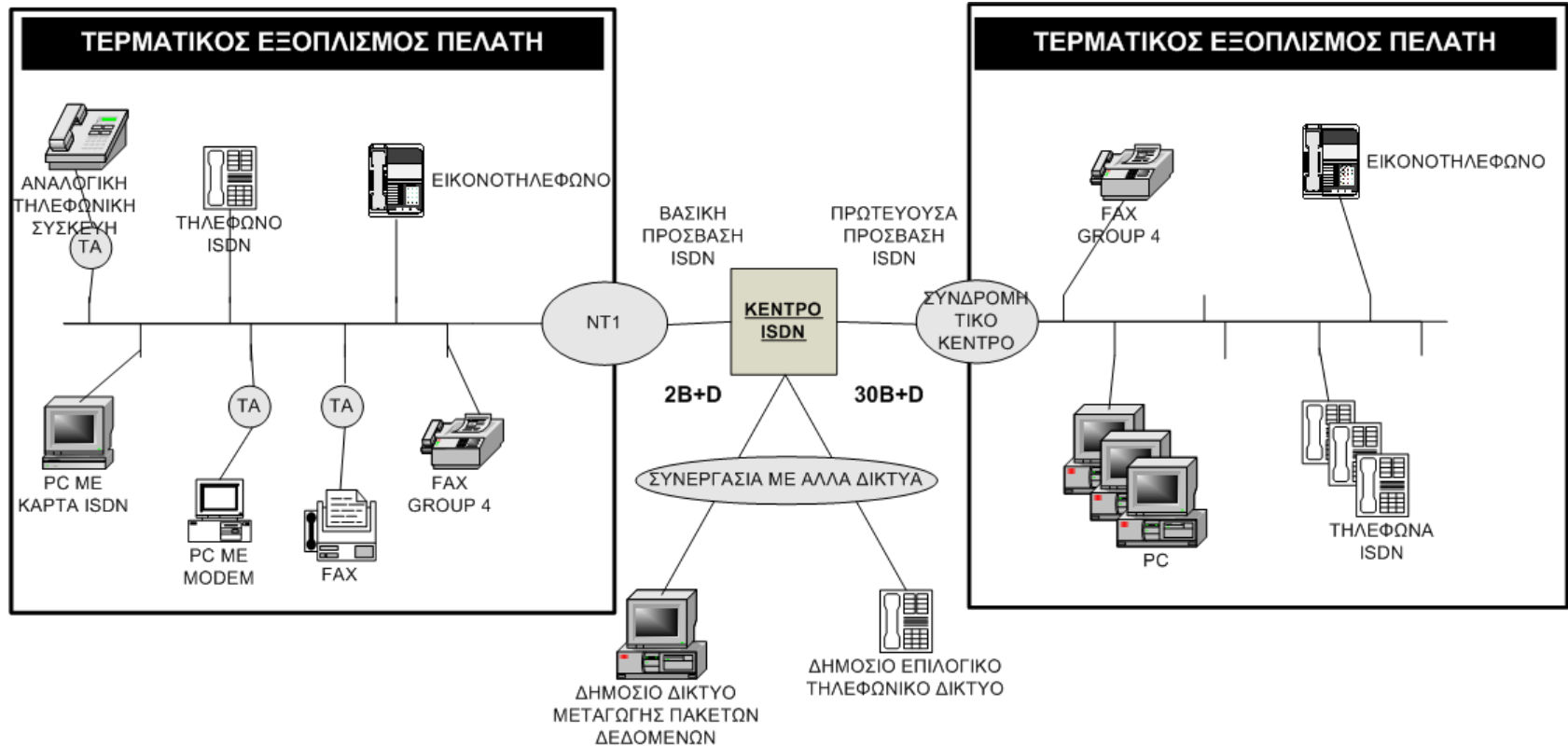


Πρόσβαση Πρωτεύοντος Ρυθμού (PRA)



Τύποι πρόσβασης στο δίκτυο ISDN

Ενοποίηση ISDN BRA και ISDN PRA



Ενοποίηση ISDN BRA και ISDN PRA συνδέσεων στο δίκτυο ISDN

ISDN Ευρείας Ζώνης

- Η ITU-T έχει αναπτύξει τυποποιήσεις για Broadband ISDN με σκοπό την εξυπηρέτηση των εφαρμογών υψηλών απαιτήσεων, όπως:
 - Τηλεοπτικά προγράμματα
 - Βιντεοκλήσεις
 - Επικοινωνίες πολυμέσων
 - Τηλε-συνδιασκέψεις με μετάδοση φωνής και εικόνας
- Όλα αυτά όχι μόνο μεταξύ δύο συνδρομητών του δικτύου, αλλά και μεταξύ ομάδων συνδρομητών
- Γρήγορα ξεπεράστηκε από ανταγωνιστικές τεχνολογίες



Σύντομη ανασκόπηση

- Πρωτόκολλο X.25
 - DTE – DCE, Λειτουργίες, Επίπεδα
 - Νοητά Κυκλώματα, LAPB πρωτόκολλο, Packet-Layer Protocol
- Πρωτόκολλο Frame Relay
 - Περιγραφή, Χρήσεις,
 - Αρχιτεκτονική πρωτοκόλλου, Έλεγχος συμφόρησης
- Πρωτόκολλο ISDN
 - Αρχιτεκτονική, Συσκευές, Κανάλια
 - ISDN Ευρείας Ζώνης



Βιβλιογραφία

- Σημειώσεις μαθήματος (Κεφάλαια 2-3-4)
- Βιβλία:
 - ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM, Stallings W.
 - Packet Switching And X.25 Networks, Simon Poulton
- Links:
 - <http://ru6.cti.gr/ru6/bouras/undergraduate-courses/diktua-dhmosias-xrhshs-kai-diasundesh-diktuwn?language=el> (Δικτυακός τόπος μαθήματος)
 - <http://networklab.csie.ncu.edu.tw/CommEduProj2/powerpoint/0706-1.ppt> (Presentation on Frame Relay)
 - <http://www.cs.vsb.cz/grygarek/TPS/PREZENTACE/ISDN.pdf> ((Presentation on ISDN))



Ερωτήσεις



Τέλος Ενότητας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **2.0**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Χρήστος Μπούρας 2014.. «Δίκτυα δημόσιας χρήσης και διασύνδεση δικτύων. Πρωτόκολλα X.25, Frame Relay, ISDN». Έκδοση: 2.0. Πάτρα 2017. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/CEID1064/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.