

Τεχνολογίες Δικτύων Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

Digital Subscriber Line (DSL) (μέρος β')



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλ/νιών

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

Point-to-Point Protocol (PPP)



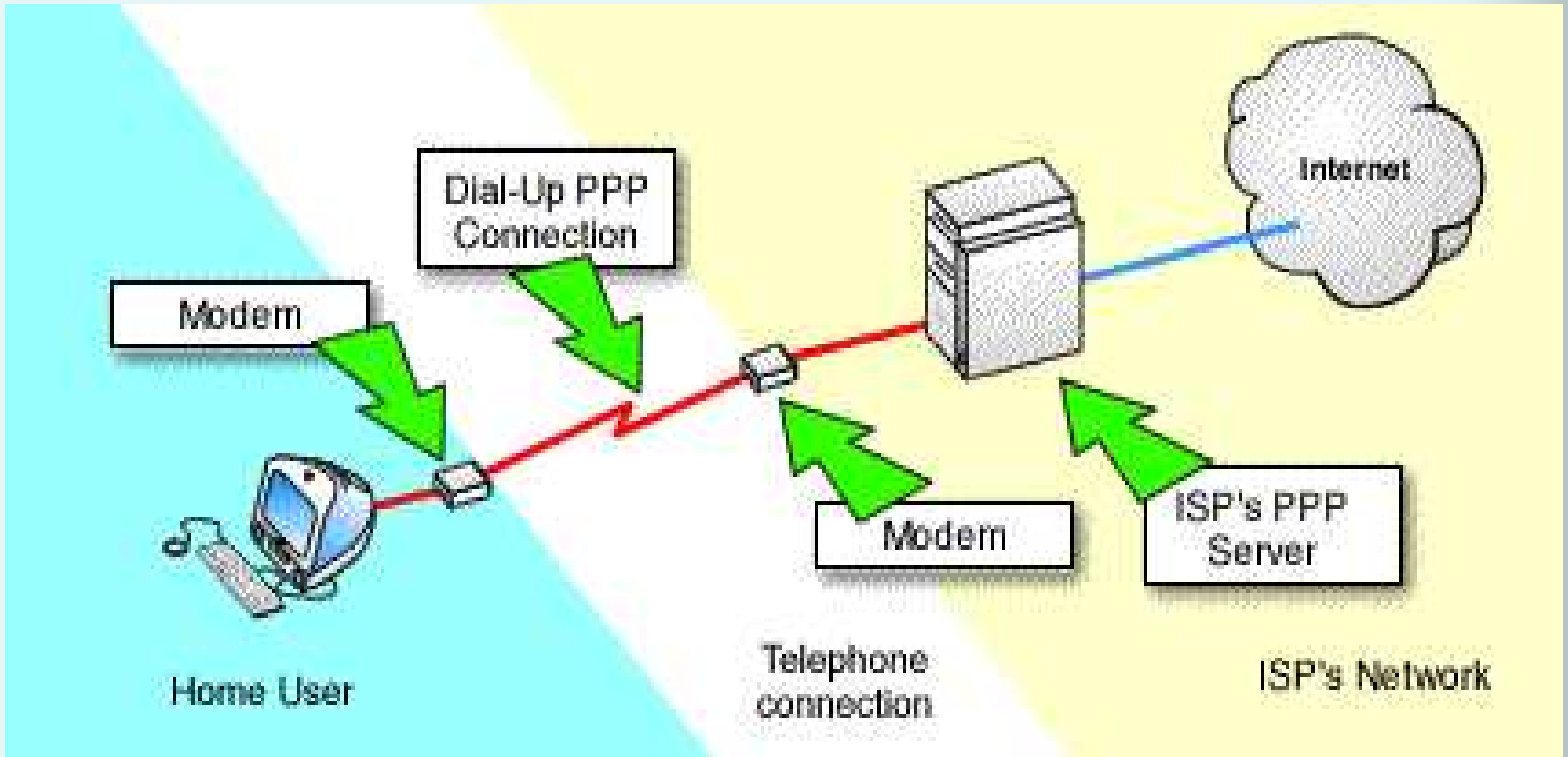
Point-to-Point Protocol (PPP)

- 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 - 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

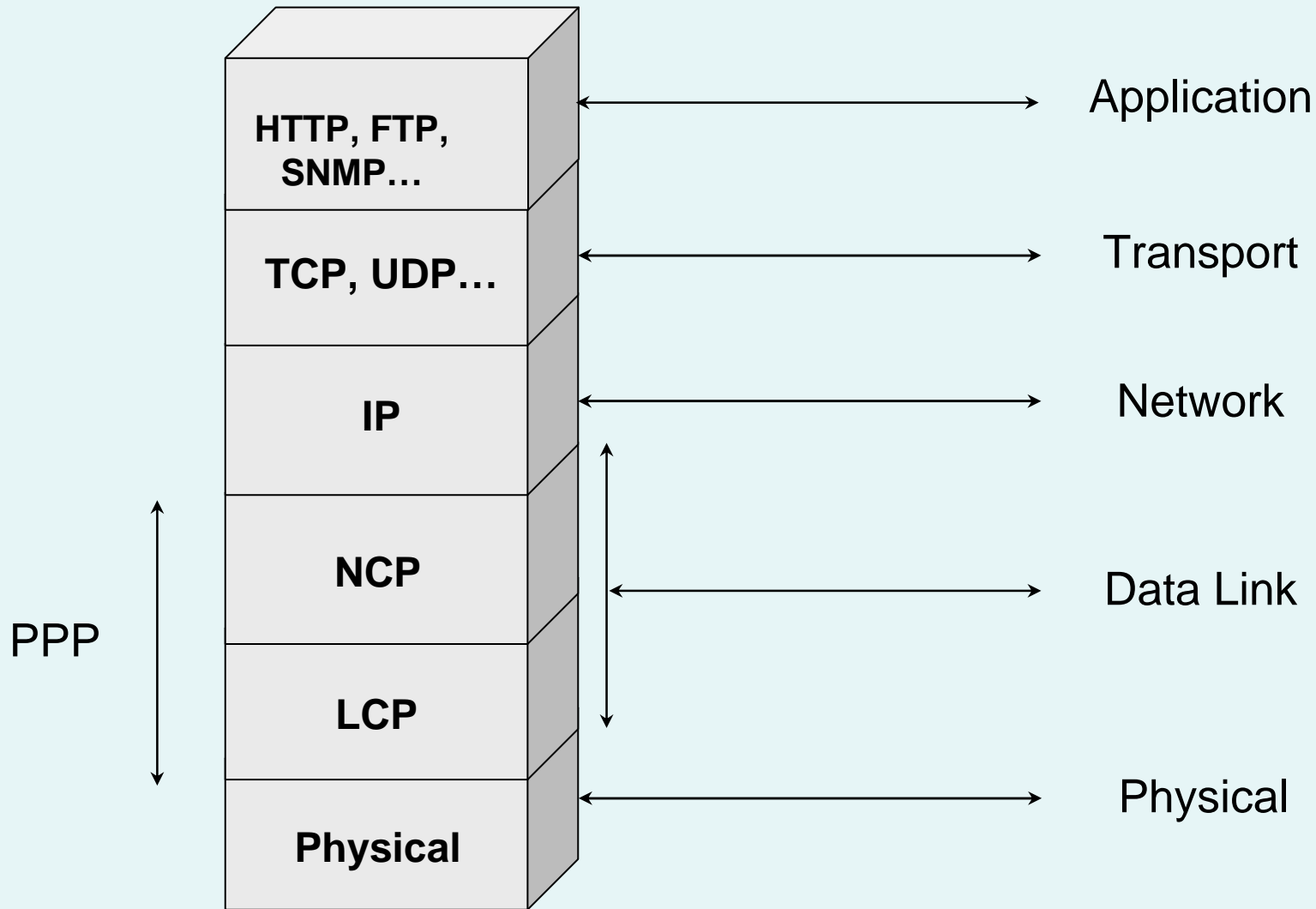
PPP - Εφαρμογή



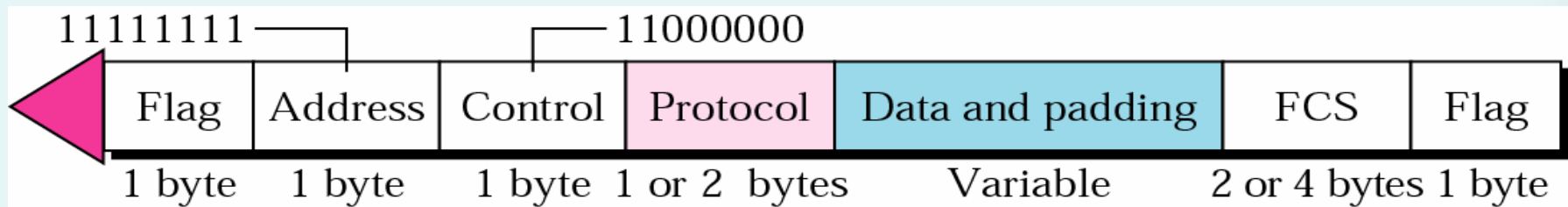
PPP - Τμήματα

- **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 - Εφαρμογή σε IP δίκτυα



PPP - Μορφή Πακέτου (HDLC framing)

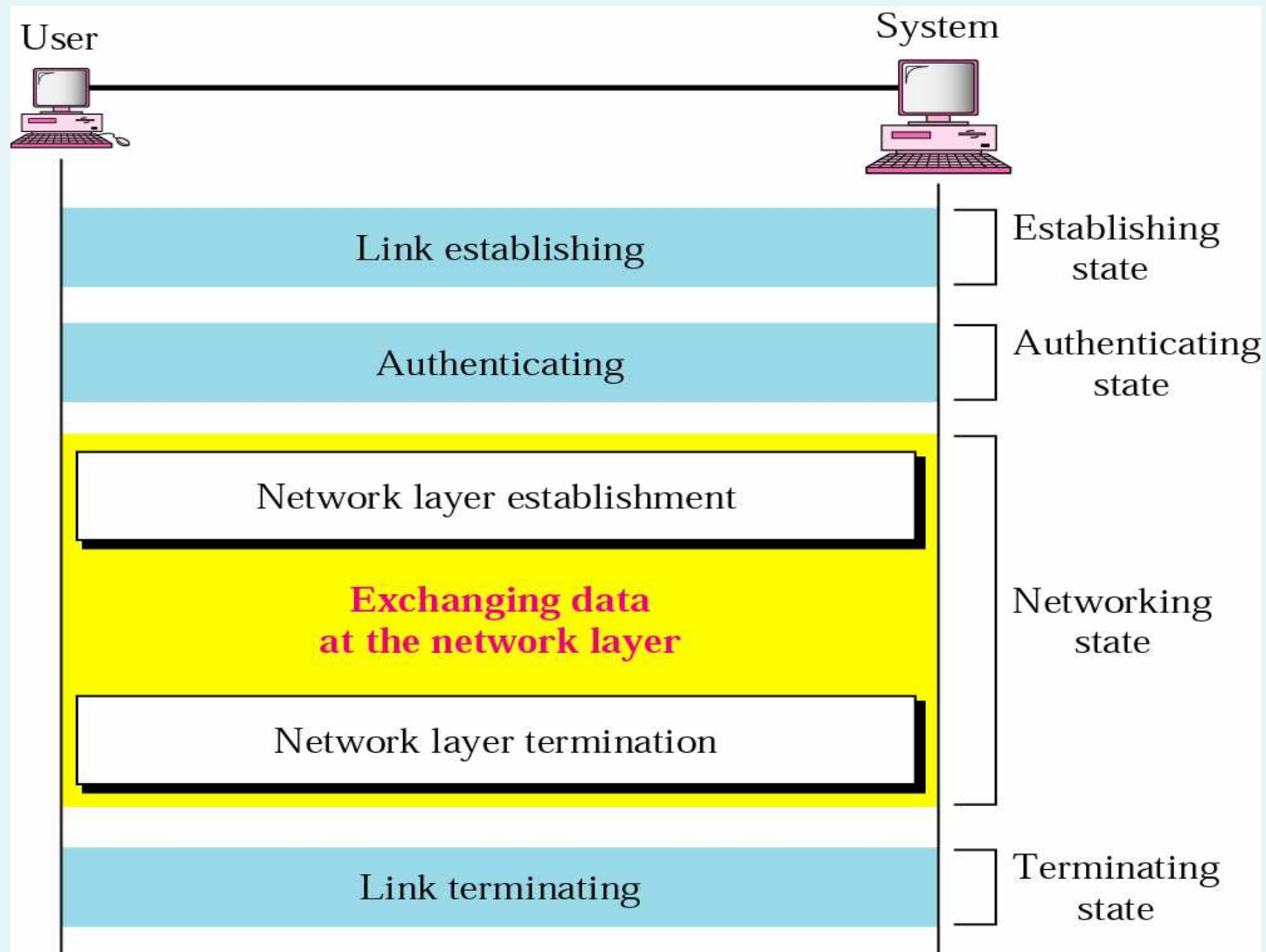


- **Flag.** Η τιμή του είναι 0x7E και σηματοδοτεί την έναρξη και το τέλος του PPP πακέτου
- **Address/Control.** Οι τιμές αυτών των πεδίων είναι συνήθως σταθερές ίσες με 0xFF και 0x3 αντίστοιχα
- **Protocol.** Η τιμή του καθορίζει τον τύπο του πρωτοκόλλου του πακέτου που περιέχεται στο Data πεδίο (π.χ. για LCP πακέτα η τιμή του είναι 0xc021)
- **Data.** Περιέχει την πληροφορία και προαιρετικά padding bytes μέχρι την Maximum Receive Unit (MRU) τιμή
- **FCS.** Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ορθότητας του PPP πακέτου

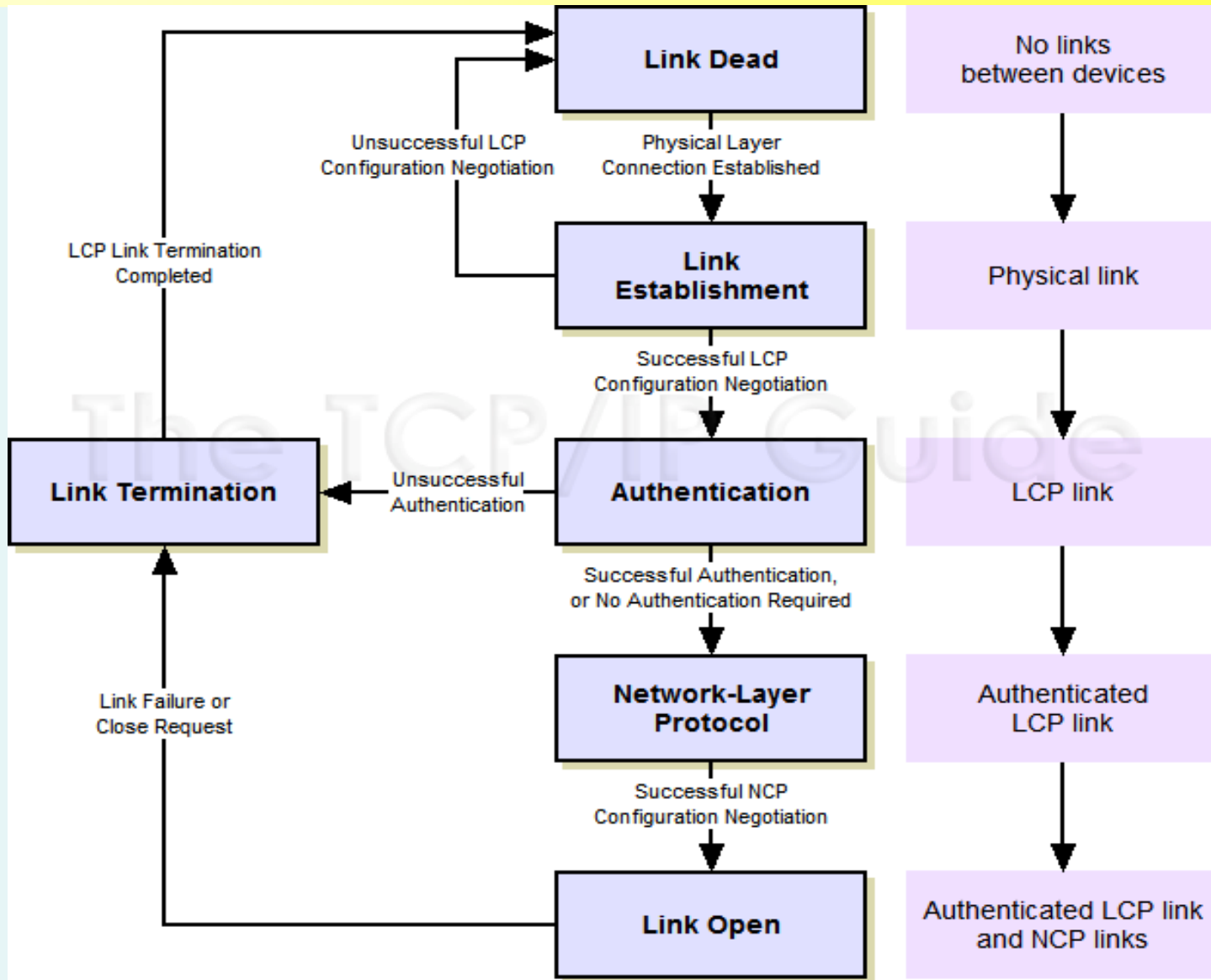
PPP - Λειτουργία

- 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
- 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

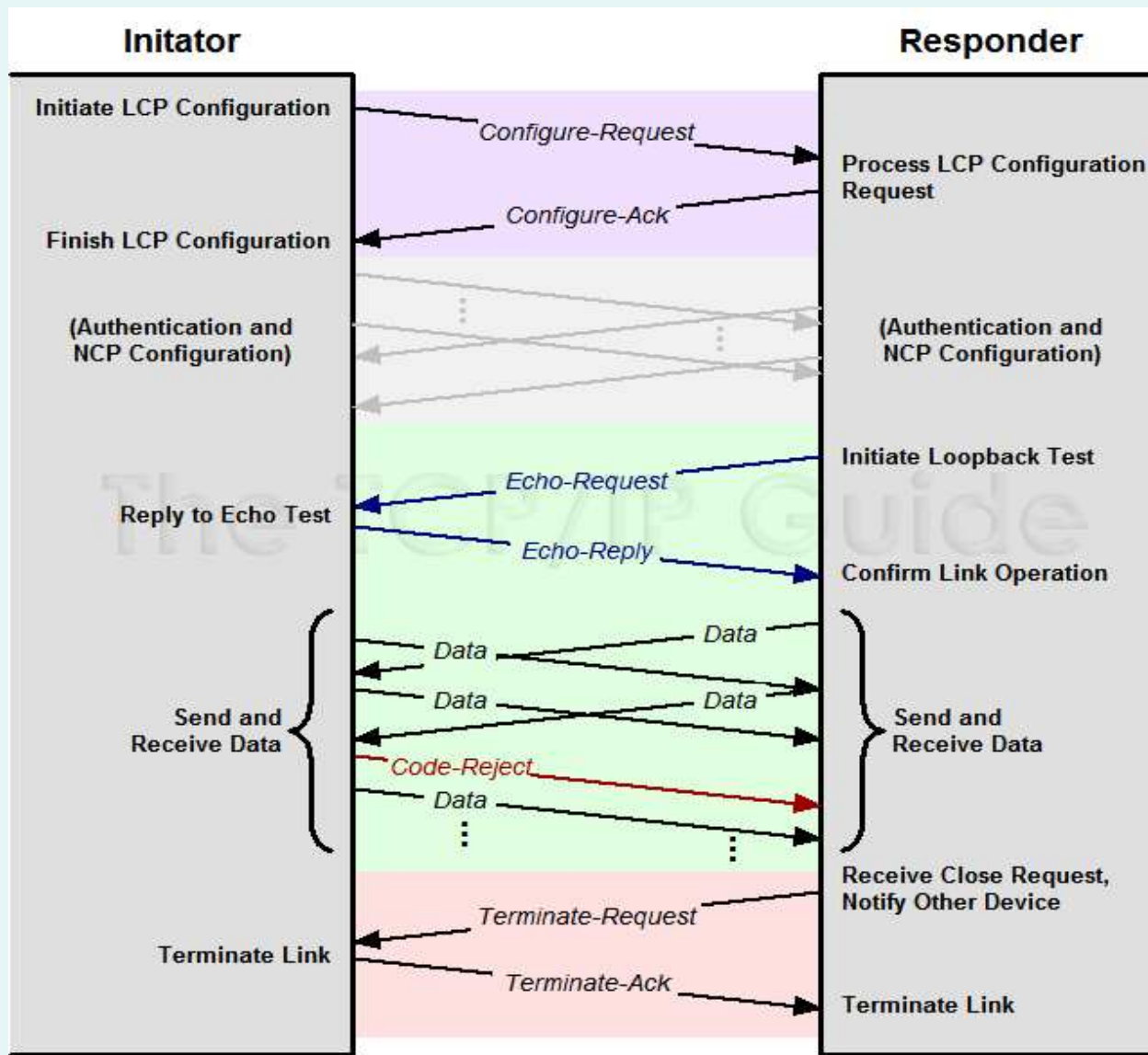
PPP - Φάσεις



PPP - Καταστάσεις



PPP – Εξέλιξη Συνδέσεων

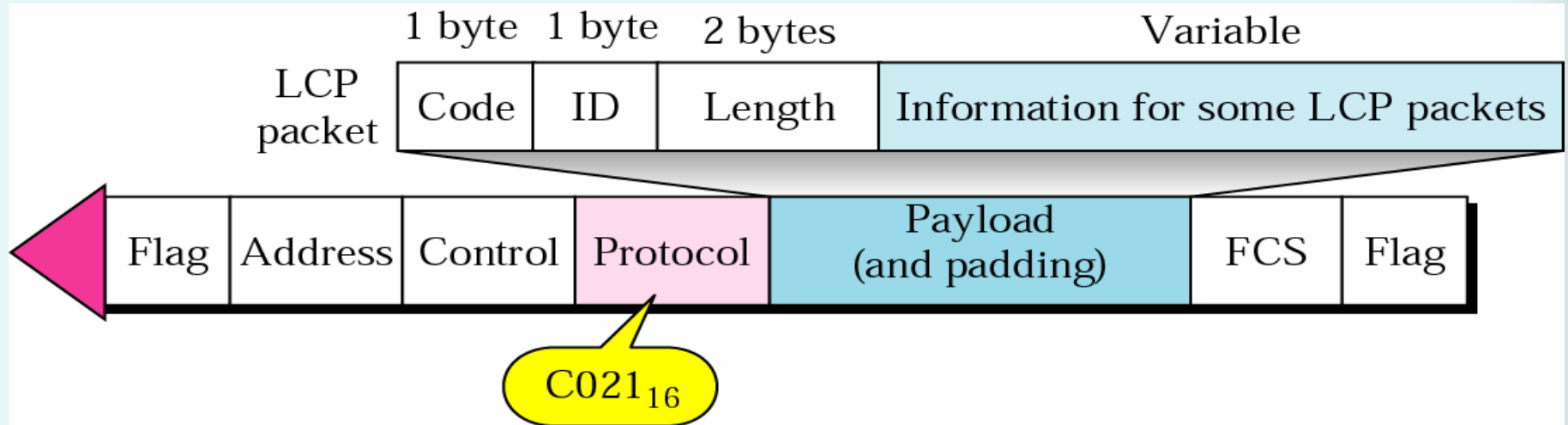


Link Control Protocol (LCP)

- **Φάσεις**

- ✓ *Link Configuration.* Εγκατάσταση και διαμόρφωση της PPP σύνδεσης μέσω των *Configure_Req*, *Configure_Ack*, *Configure_Nak* και *Configure_Reject* μηνυμάτων
- ✓ *Link Maintenance.* Έλεγχος και διαχείριση της PPP σύνδεσης μέσω των *Code_Rej*, *Protocol_Rej*, *Echo_Req*, *Echo_Reply* και *Discard_Req* μηνυμάτων
- ✓ *Link Termination.* Τερματισμός της PPP σύνδεσης μέσω των *Terminate_Req* και *Terminate_Ack* μηνυμάτων

LCP - Μορφή Πακέτου



- **Code.** Δηλώνει τον τύπο του LCP πακέτου
- **ID.** Χρησιμοποιείται για τον συσχετισμό των απαντήσεων με τις αιτήσεις
- **Length.** Δηλώνει το συνολικό μήκος του LCP πακέτου σε bytes
- **Data.** Μεταφέρει την πληροφορία του LCP πακέτου

LCP - Τύποι Μηνυμάτων (I)

Code	Packet Type	Description
01 ₁₆	Configure-req	Contains the list of proposed options and their values
02 ₁₆	Configure-ack	Accepts all options proposed
03 ₁₆	Configure-nak	Announces that some options are not acceptable
04 ₁₆	Configure-reject	Announces that some options are not recognized
05 ₁₆	Terminate-request	Requests to shut down the line
06 ₁₆	Terminate-ack	Accepts the shut down request
07 ₁₆	Code-reject	Announces an unknown code
08 ₁₆	Protocol-reject	Announces an unknown protocol
09 ₁₆	Echo-request	A type of hello message to check if the other end is alive
0A ₁₆	Echo-reply	The response to the echo-request message
0B ₁₆	Discard-request	A request to discard the packet

LCP - Τύποι Μηνυμάτων (II)

- **Configure_Req.** Χρησιμοποιείται για την εγκατάσταση της PPP σύνδεσης. Το Data πεδίο περιέχει τις παραμέτρους διαμόρφωσης της PPP σύνδεσης και τις αντίστοιχες τιμές τους που επιθυμεί ο αποστολέας του μηνύματος
- **Configure_Ack.** Εάν ο δέκτης του Configure_Req μηνύματος αποδέχεται τις παραμέτρους διαμόρφωσης που περιέχονται σε αυτό αποκρίνεται με Configure_Ack και η PPP σύνδεση εγκαθίσταται επιτυχώς
- **Configure-Nak.** Εάν ο δέκτης του Configure_Req μηνύματος δεν αποδέχεται κάποιες από τις παραμέτρους διαμόρφωσης που περιέχονται σε αυτό αποκρίνεται με Configure_Nak

LCP - Τύποι Μηνυμάτων (III)

- **Configure_Rej.** Εάν ο δέκτης του **Configure_Req** μηνύματος δεν αναγνωρίζει κάποιες από τις παραμέτρους διαμόρφωσης που περιέχονται σε αυτό αποκρίνεται με **Configure_Rej**
- **Terminate_Req.** Χρησιμοποιείται για τον τερματισμό της PPP σύνδεσης
- **Terminate_Ack.** Αποστέλνεται από τον δέκτη του **Terminate_Req** ως επιβεβαίωση του τερματισμού της PPP σύνδεσης
- **Code_Rej.** Αποστέλνεται από τον δέκτη ενός LCP μηνύματος όταν η τιμή του πεδίου **Code** είναι μη αποδεκτή

LCP - Τύποι Μηνυμάτων (IV)

- **Protocol_Rej.** Αποστέλεται από τον δέκτη ενός PPP μηνύματος όταν δεν υποστηρίζει το πρωτόκολλο που δηλώνεται στο πεδίο Protocol
- **Echo_Req.** Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της κατάστασης της PPP σύνδεσης
- **Echo_Reply.** Αποστέλεται από τον δέκτη του Echo_Req μηνύματος ως απάντηση σε αυτό
- **Discard_Req.** Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της κατάστασης της PPP σύνδεσης

LCP

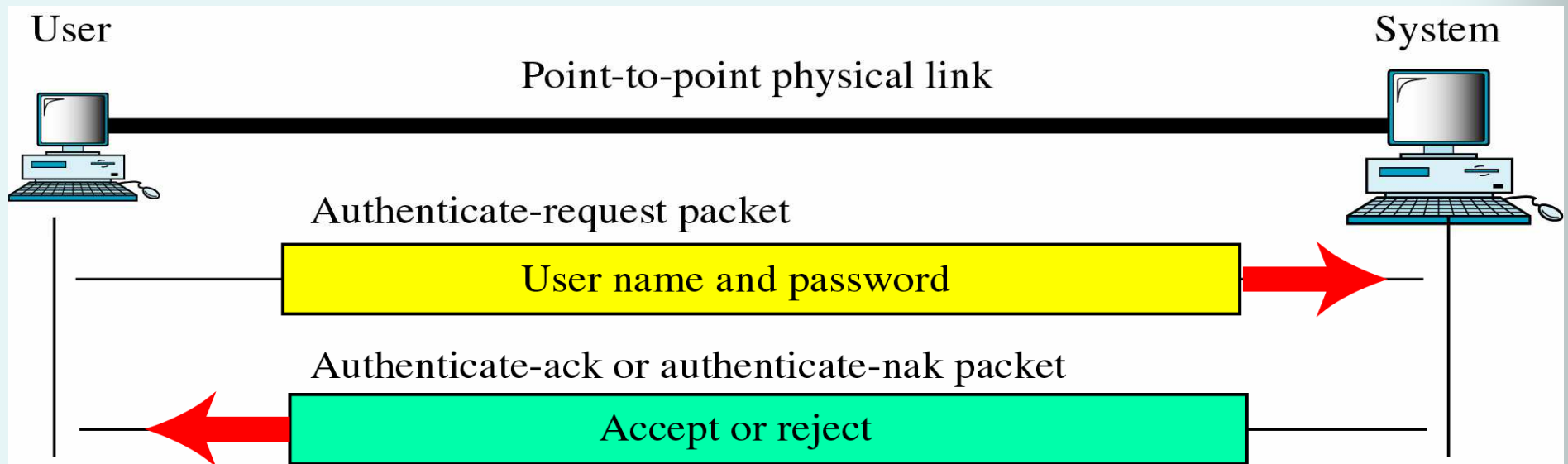
Παράμετροι Διαμόρφωσης

Option	Default
Maximum receive unit	1500
Authentication protocol	None
Protocol field compression	Off
Address and control field compression	Off

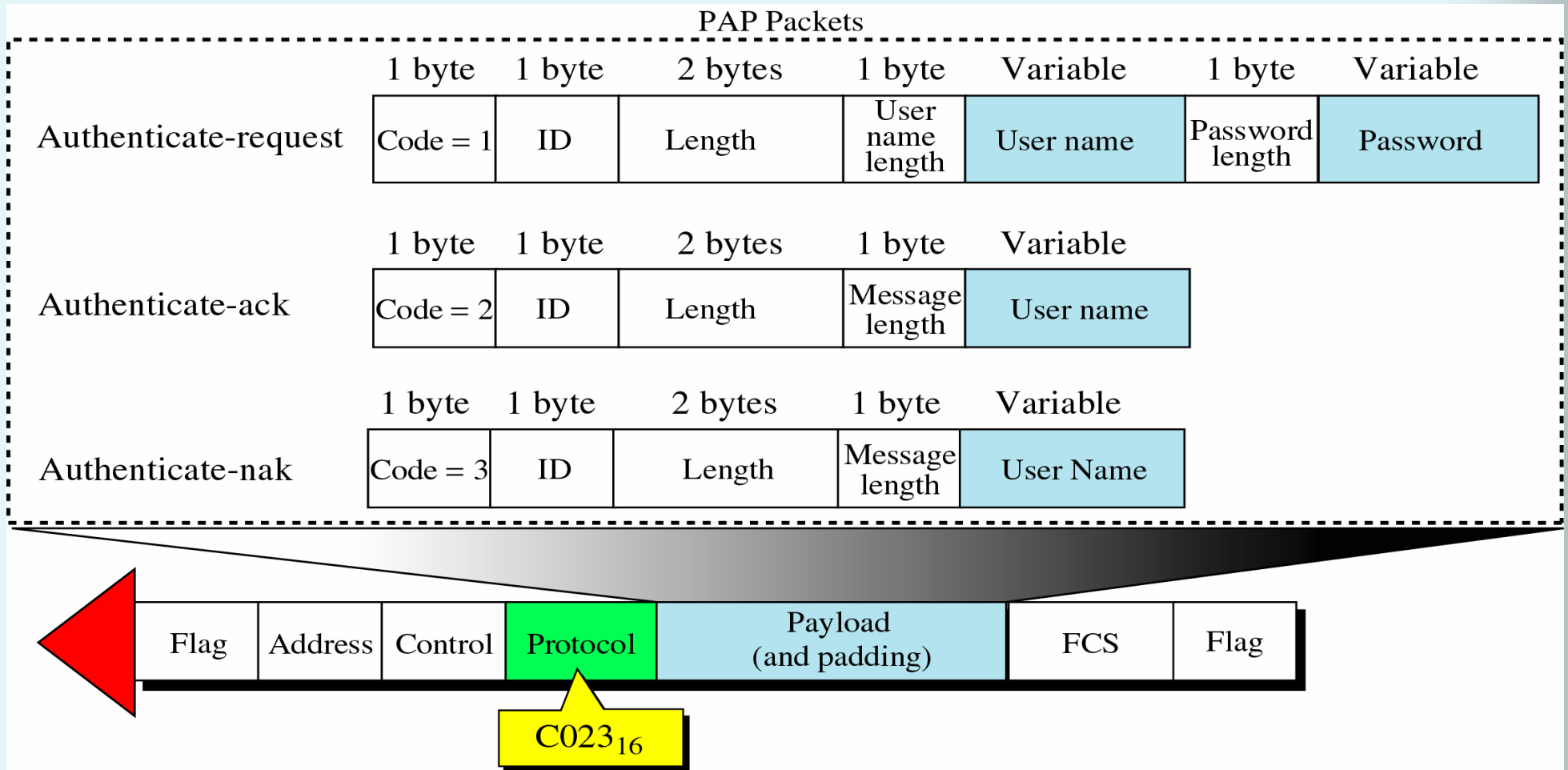
Password Authentication Protocol

- Το πιο απλό πρωτόκολλο πιστοποίησης ταυτότητας χρήστη
- Η πιστοποίηση επιτυγχάνεται μέσω της διαδικασίας χειραψίας δύο μερών (2-way handshake) μεταξύ του χρήστη και του εξυπηρετητή πρόσβασης
 - ✓ Ο χρήστης στέλνει προς τον εξυπηρετητή πρόσβασης ένα ζεύγος παραμέτρων που περιέχουν το όνομα του και το συνθηματικό
 - ✓ Ο εξυπηρετητής ελέγχει αν το ζεύγος αυτό είναι καταχωρημένο στη βάση δεδομένων που διαθέτει και εάν είναι επιτρέπεται η πρόσβαση του χρήστη στο δίκτυο, ενώ σε αντίθετη περίπτωση η πρόσβαση απαγορεύεται
 - ✓ Η διαδικασία αυτή εκτελείται μόνο μία φορά
 - ✓ Το όνομα και το συνθηματικό του χρήστη δεν στέλνονται κρυπτογραφημένα, αλλά σε μορφή απλού κειμένου
 - ✓ Περιγράφεται στην RFC 1334 προδιαγραφή

PAP



PAP



PAP

- **Code: 1 byte - καθορίζει τον τύπο του PAP πακέτου:**
 - a. Authenticate-Request. Αποστέλλεται από τον χρήστη για την εκκίνηση της διαδικασίας πιστοποίησης. Περιέχει το ζεύγος ονόματος χρήστη και συνθηματικού σε μορφή μη κρυπτογραφημένου κειμένου*
 - β. Authenticate-Ack. Αποστέλλεται από τον εξυπηρετητή εάν το ζεύγος των παραμέτρων είναι έγκυρο*
 - γ. Authenticate-Nak. Αποστέλλεται από τον εξυπηρετητή εάν το ζεύγος των παραμέτρων δεν είναι έγκυρο*
- **Identifier: 1 byte - χρησιμοποιείται για την αντιστοίχιση των αιτήσεων με τις απαντήσεις**
- **Length: 2 bytes - δηλώνει το συνολικό μήκος του πακέτου**
- **Data: Μεταβλητό μήκος και το περιεχόμενο του καθορίζεται ανάλογα με τον τύπο του PAP πακέτου**

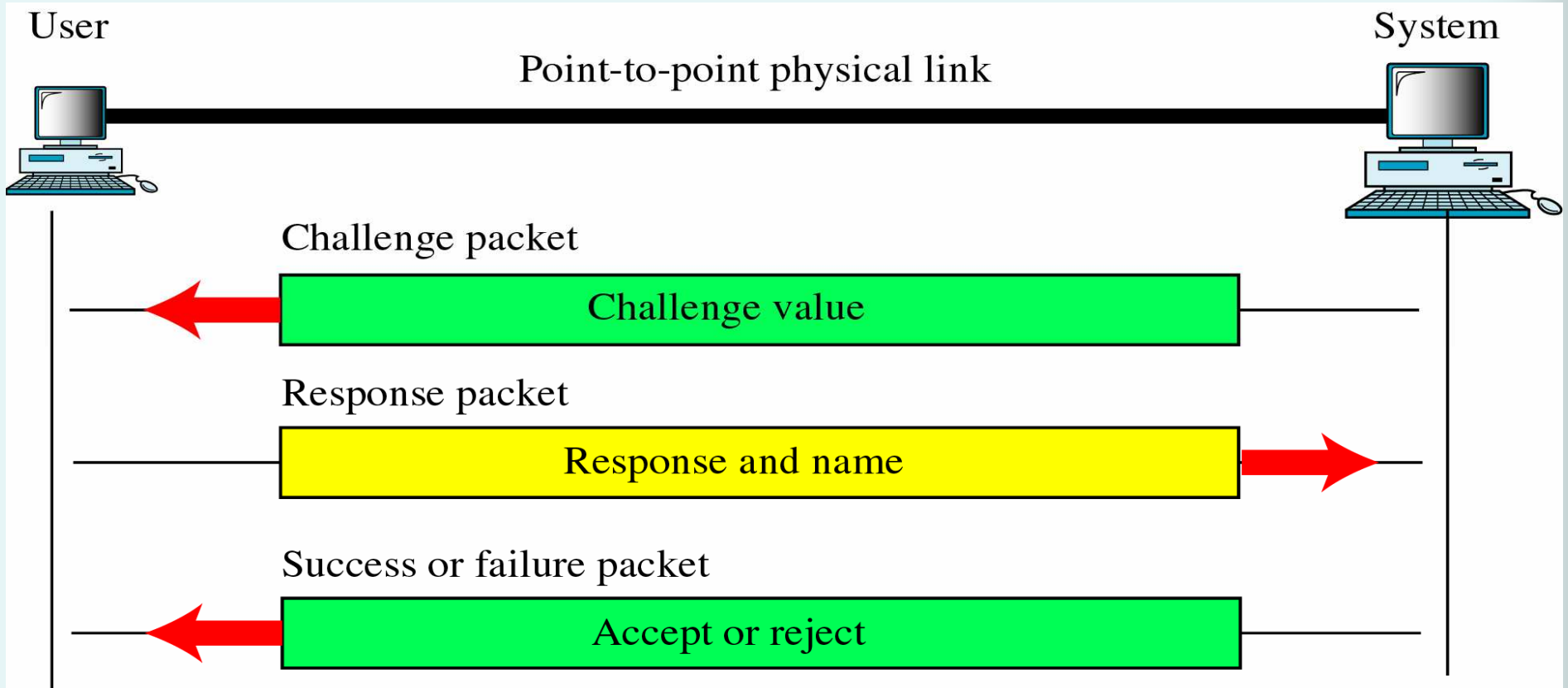
CHAP - Χαρακτηριστικά

- Το πρωτόκολλο πιστοποίησης CHAP είναι πιο ασφαλές από το PAP πρωτόκολλο
- Η πιστοποίηση επιτυγχάνεται μέσω της διαδικασίας χειραψίας τριών μερών (3-way handshake) μεταξύ του χρήστη και του εξυπηρετητή πρόσβασης
- Απαιτείται η χρήση ενός ζεύγους ονόματος χρήστη και συνθηματικού, το οποίο είναι γνωστό μόνο μεταξύ του εξυπηρετητή και του χρήστη
- Το συνθηματικό αποστέλλεται με κρυπτογραφημένο τρόπο από τον χρήστη προς τον εξυπηρετητή

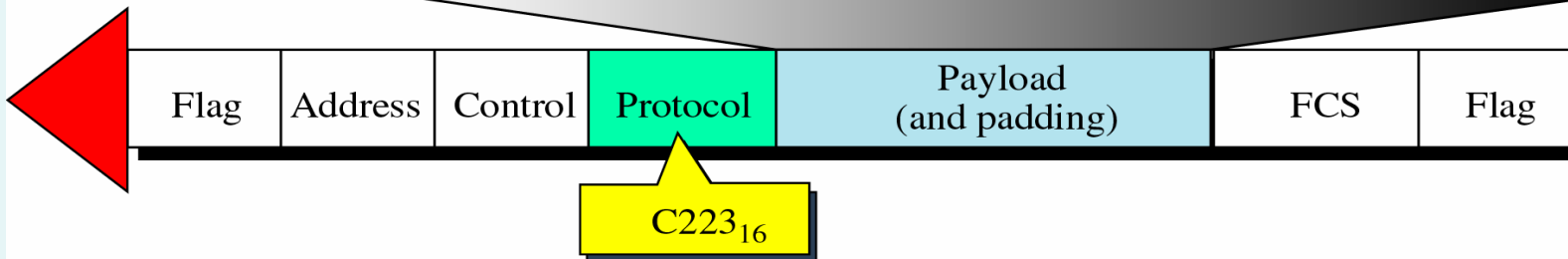
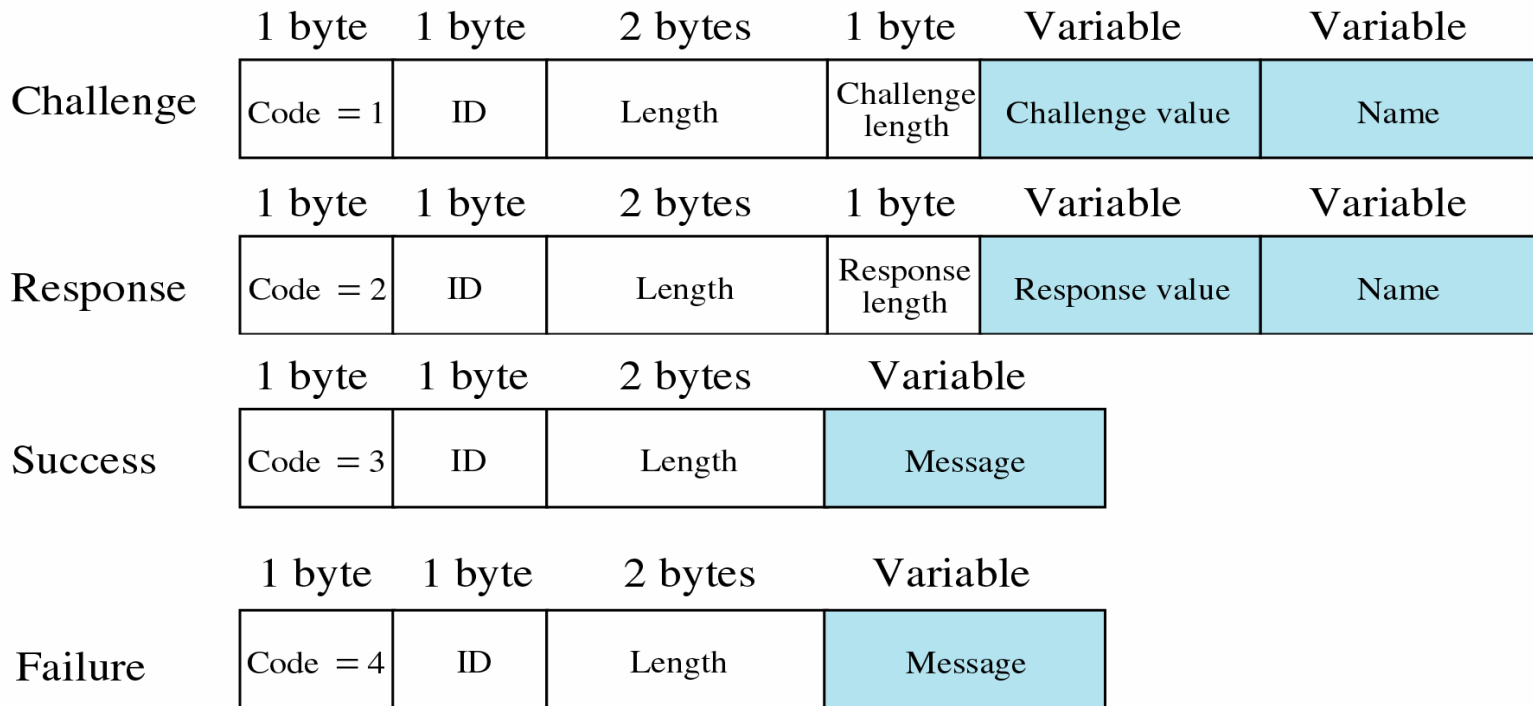
CHAP - Λειτουργία

- Ο εξυπηρετητής ενεργοποιεί τη διαδικασία πιστοποίησης δημιουργώντας μία τυχαία τιμή, την οποία και στέλνει προς τον χρήστη μέσω κατάλληλου μηνύματος
- Ο χρήστης εφαρμόζει τον αλγόριθμο κατακερματισμού MD5 πάνω σε αυτήν την τιμή και στο συνθηματικό του και στέλνει το αποτέλεσμα στον εξυπηρετητή
- Ο εξυπηρετητής εφαρμόζει τον ίδιο αλγόριθμο πάνω στην τυχαία τιμή και στο συνθηματικό του χρήστη και συγκρίνει το αποτέλεσμα του με το αποτέλεσμα του χρήστη
- Ο εξυπηρετητής επιτρέπει την πρόσβαση του χρήστη στο δίκτυο μόνο εάν τα αποτελέσματα είναι τα ίδια
- Η διαδικασία πιστοποίησης επαναλαμβάνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα για λόγους ασφαλείας
- Περιγράφεται στην RFC 1994 προδιαγραφή

CHAP



CHAP



CHAP

- **Code:** Έχει μήκος 1 byte και καθορίζει τον τύπο του CHAP πακέτου:

α. *Challenge.* Αποστέλλεται από τον εξυπηρετητή για την εκκίνηση της διαδικασίας πιστοποίησης. Περιέχει την τυχαία τιμή (*Challenge Value*), η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την πιστοποίηση του χρήστη. Το μήνυμα *Challenge* μπορεί να αποσταλλεί οποιαδήποτε χρονική στιγμή κατά τη διάρκεια της PPP σύνδεσης

β. *Response.* Αποστέλλεται από τον χρήστη και περιέχει το αποτέλεσμα του αλγορίθμου κατακερματισμού πάνω στην τυχαία τιμή του *Challenge* μηνύματος, στο συνθηματικό του χρήστη και στην τιμή του *Identifier*

γ. *Success.* Αποστέλλεται από τον εξυπηρετητή σε περίπτωση που η τιμή του *Response* μηνύματος είναι η αναμενόμενη

δ. *Failure.* Αποστέλλεται από τον εξυπηρετητή σε περίπτωση που η τιμή του *Response* μηνύματος δεν είναι η αναμενόμενη

CHAP

- **Identifier:** Έχει μήκος 1 byte και χρησιμοποιείται για την αντιστοίχιση των αιτήσεων με τις απαντήσεις
- **Length:** Έχει μήκος 2 bytes και δηλώνει το συνολικό μήκος του πακέτου
- **Data:** Έχει μεταβλητό μήκος και το περιεχόμενο του καθορίζεται ανάλογα με τον τύπο του CHAP πακέτου
- **Name:** Έχει μεταβλητό μήκος και περιέχει το όνομα του χρήστη (username) που στέλνει το CHAP μήνυμα

Internet Protocol Control Protocol (IPCP)

- **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)**
- **Μετά τη φάση εγκατάστασης της PPP σύνδεσης και της προαιρετικής φάσης πιστοποίησης του χρήστη ακολουθεί η φάση επιλογής και διαμόρφωσης του επιθυμητού πρωτοκόλλου στο επίπεδο δικτύου**
- **Το NCP πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για την επιλογή και διαμόρφωση του IP πρωτοκόλλου στο επίπεδο δικτύου ονομάζεται IPCP**

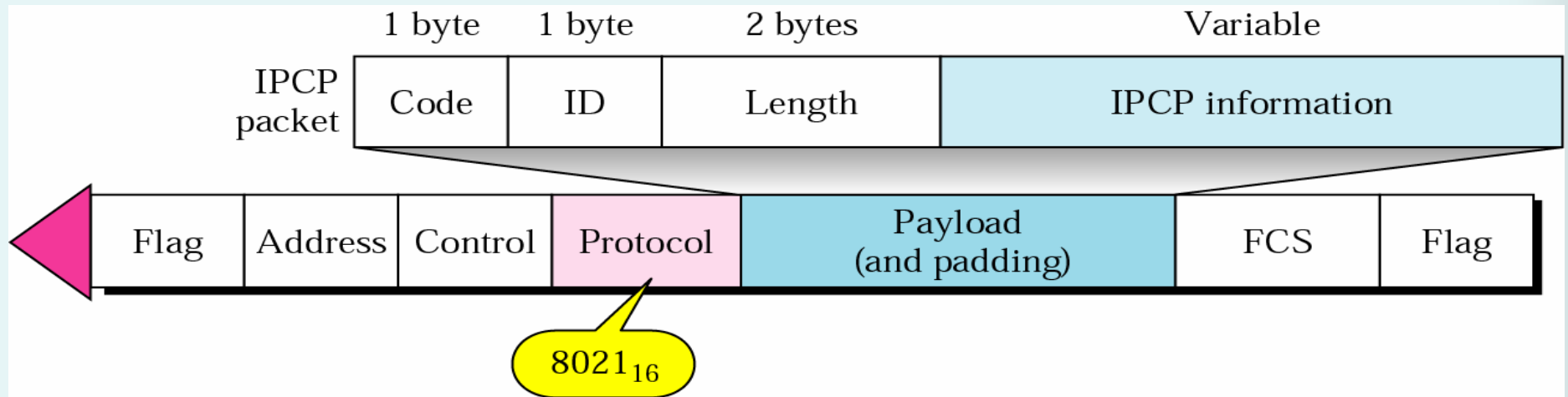
IPCP

- Είναι υπεύθυνο για την διαμόρφωση και την ενεργοποίηση του IP πρωτοκόλλου στο επίπεδο δικτύου και των δύο άκρων της PPP σύνδεσης
- Χρησιμοποιεί τον ίδιο μηχανισμό ανταλλαγής πακέτων και τύπους πακέτων με το LCP
- Η ανταλλαγή των IPCP πακέτων επιτρέπεται μόνο μετά την εγκατάσταση της PPP σύνδεσης
- Τα IPCP πακέτα ενθυλακώνονται μέσα σε PPP πακέτα και η τιμή του Protocol πεδίου είναι 0x8021

IPCP

- Κατά τη φάση εγκατάστασης της IPCP σύνδεσης ο αποστολέας του Configure_Req IPCP μηνύματος έχει τη δυνατότητα να ζητήσει από το δίκτυο την τοπική IP διεύθυνση που θα χρησιμοποιεί ή να δηλώσει ο ίδιος αυτήν που επιθυμεί
- Η ανταλλαγή των IP πακέτων επιτρέπεται μόνο μετά την εγκατάσταση της IPCP σύνδεσης
- Τα IP πακέτα ενθυλακώνονται μέσα σε PPP πακέτα και η τιμή του Protocol πεδίου είναι 0x0021
- Προδιαγράφεται στην RFC 1332 προδιαγραφή

IPCP - Μορφή Πακέτου

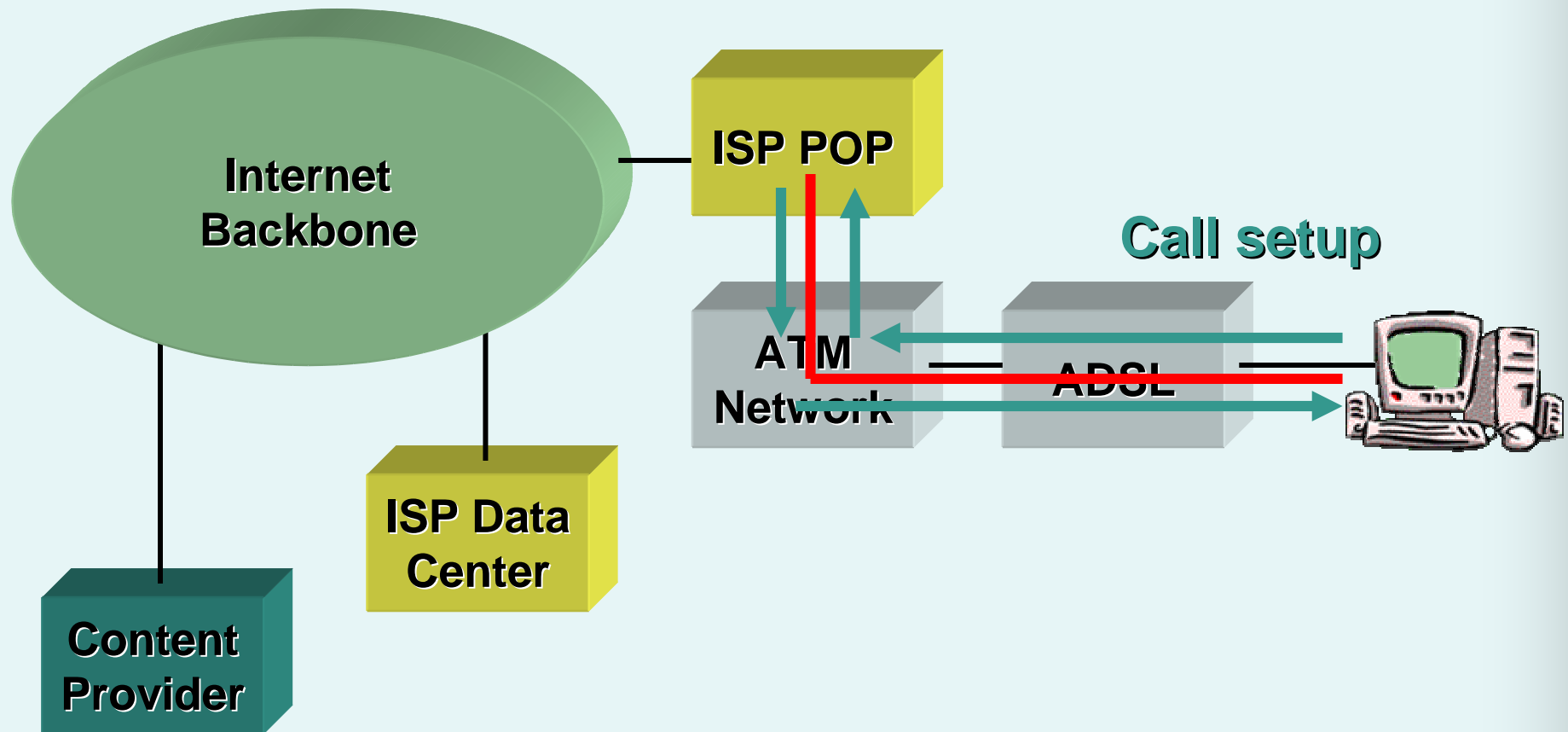


- **Code.** Δηλώνει τον τύπο του IPCP πακέτου
- **ID.** Χρησιμοποιείται για τον συσχετισμό των απαντήσεων με τις αιτήσεις
- **Length.** Δηλώνει το συνολικό μήκος του IPCP πακέτου σε bytes
- **Data.** Μεταφέρει την πληροφορία του IPCP πακέτου

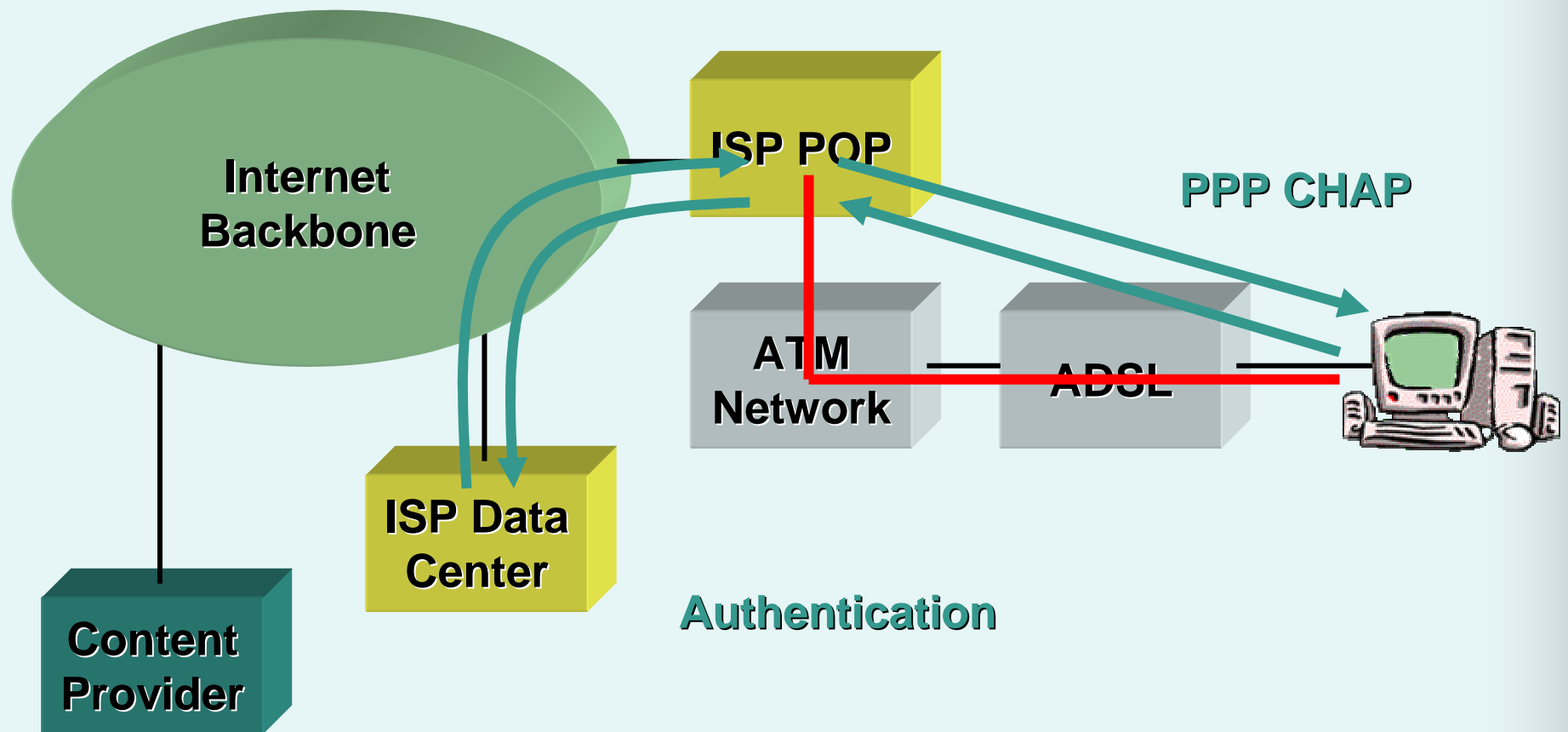
IPCP - Τύποι Μηνυμάτων

Code	Packet Type	Description
01 ₁₆	Configure-req	Contains the list of proposed options and their values
02 ₁₆	Configure-ack	Accepts all options proposed
03 ₁₆	Configure-nak	Announces that some options are not acceptable
04 ₁₆	Configure-reject	Announces that some options are not recognized
05 ₁₆	Terminate-request	Requests to shut down the line
06 ₁₆	Terminate-ack	Accepts the shut down request
07 ₁₆	Code-reject	Announces an unknown code

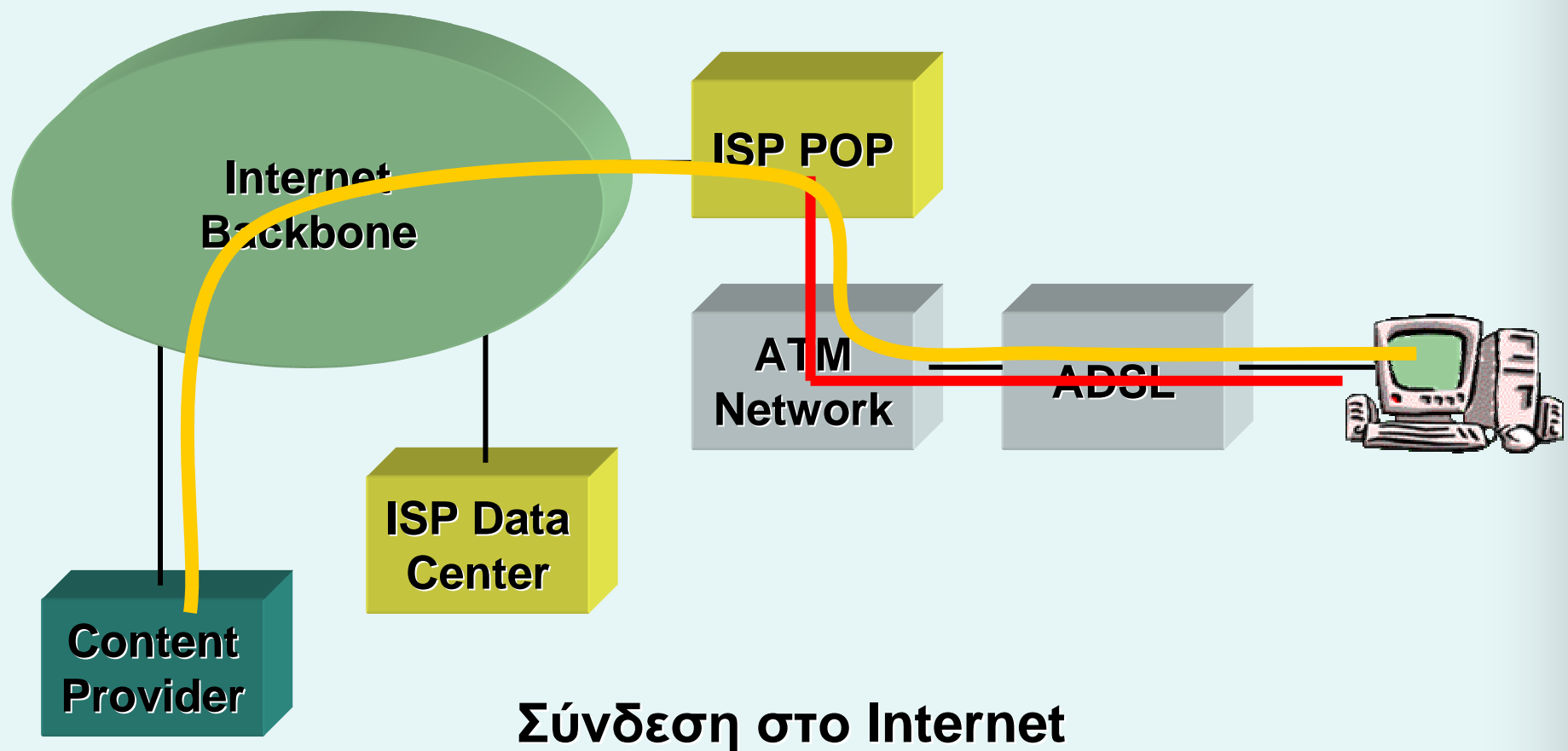
PPP - Λειτουργία



PPP - Λειτουργία



PPP - Λειτουργία

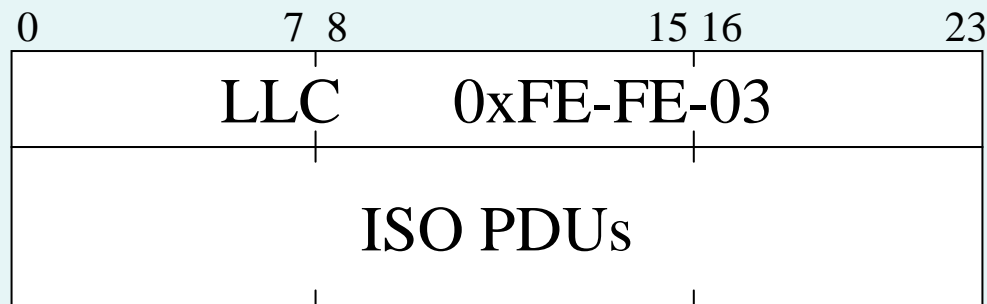


Πρωτόκολλα Προσαρμογής & Ενθυλάκωσης σε Δίκτυα Πρόσβασης με Μεταγωγή Κυκλώματος/Πακέτου

LLC/SNAP Encapsulation (RFC 1483)



Δομή Περιεχομένου για ISO PDUs



- PDUs πρωτοκόλλων που υποστηρίζουν γεφύρωση ή δρομολόγηση (routed/bridged PDUs) ενθυλακώνονται σε πλαίσια (επικεφαλίδα) κατά IEEE 802.2 LLC
- Η τιμή 0xFE-FE-03 χρησιμοποιείται σε αυτή την περίπτωση (routed ISO PDU)
- Το αντίστοιχο πρωτόκολλο που μεταφέρεται υποδεικνύεται από το πεδίο NLPID που αποτελεί μέρος των δεδομένων
- Στην περίπτωση πακέτων IP έχει προσδιοριστεί η αντίστοιχη χρήση πρωτοκόλλου που θα υποδείκνυε το πεδίο NLPID (πρωτόκολλο SNAP)

SNAP Header



- Η τιμή 0xAA-AA-03 στον LLC header υποδεικνύει την ύπαρξη SNAP header.
- **OUI - Organizationally Unique Identifier (3 octets)**
 - ✓ Υποδεικνύει τον οργανισμό που διαχειρίζεται το πρωτόκολλο που ενθυλακώνεται
- **PID - Protocol Identifier (2 octets)**
 - ✓ Υποδεικνύει το πρωτόκολλο που ενθυλακώνεται

Δομή Περιεχομένου για Non-ISO PDUs

LLC 0xAA-AA-03
OUI
EtherType (2 octets)
Non-ISO PDU

- Τιμή OUI 0x00-00-00 ⇔ PID που ακολουθεί = EtherType.
- Τιμή EtherType 0x08-00 ⇔ IP

Δομή Περιεχομένου για Bridged PDUs

LLC 0xAA-AA-03
OUI 0x00-80-C2
PID
PAD
MAC destination address
Remainder of MAC frame
LAN FCS

- **PID field(2 octets) ⇔ type of bridged media**
- **Padding ⇔ align user information field of the bridged PDU to a 4 octet boundary (32-bit alignment)**

Πολύπλεξη VC

- Η Πολύπλεξη με βάση τα VC (VC Multiplexing) αποτελεί εναλλακτική της ενθυλάκωσης LLC/SNAP.
- Ενδείκνυται (λόγω του μηδενικού κόστους ενθυλάκωσης – overhead) εάν είναι δυνατή η δυναμική διαχείριση πολλαπλών VCs (SVCs)
- Δεν υπάρχει κόστος ενθυλάκωσης (επικεφαλίδα με ένδειξη πρωτοκόλλου κλπ.) γιατί κάθε VC που εγκάθίσταται συνδέεται μονοσήμαντα με ένα τύπο πρωτοκόλλου ο οποίος εφαρμόζεται πάνω από την συγκεκριμένη σύνδεση (πολλαπλά πρωτόκολλα => πολλαπλές συνδέσεις)
 - ✓ *Κατά συνέπεια*
 - VC multiplexing ⇔ SVCs.
 - LLC/SNAP ⇔ PVCs.

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

PPP over ATM over ADSL



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλ/νιών

PPP over ATM (PPPoA)

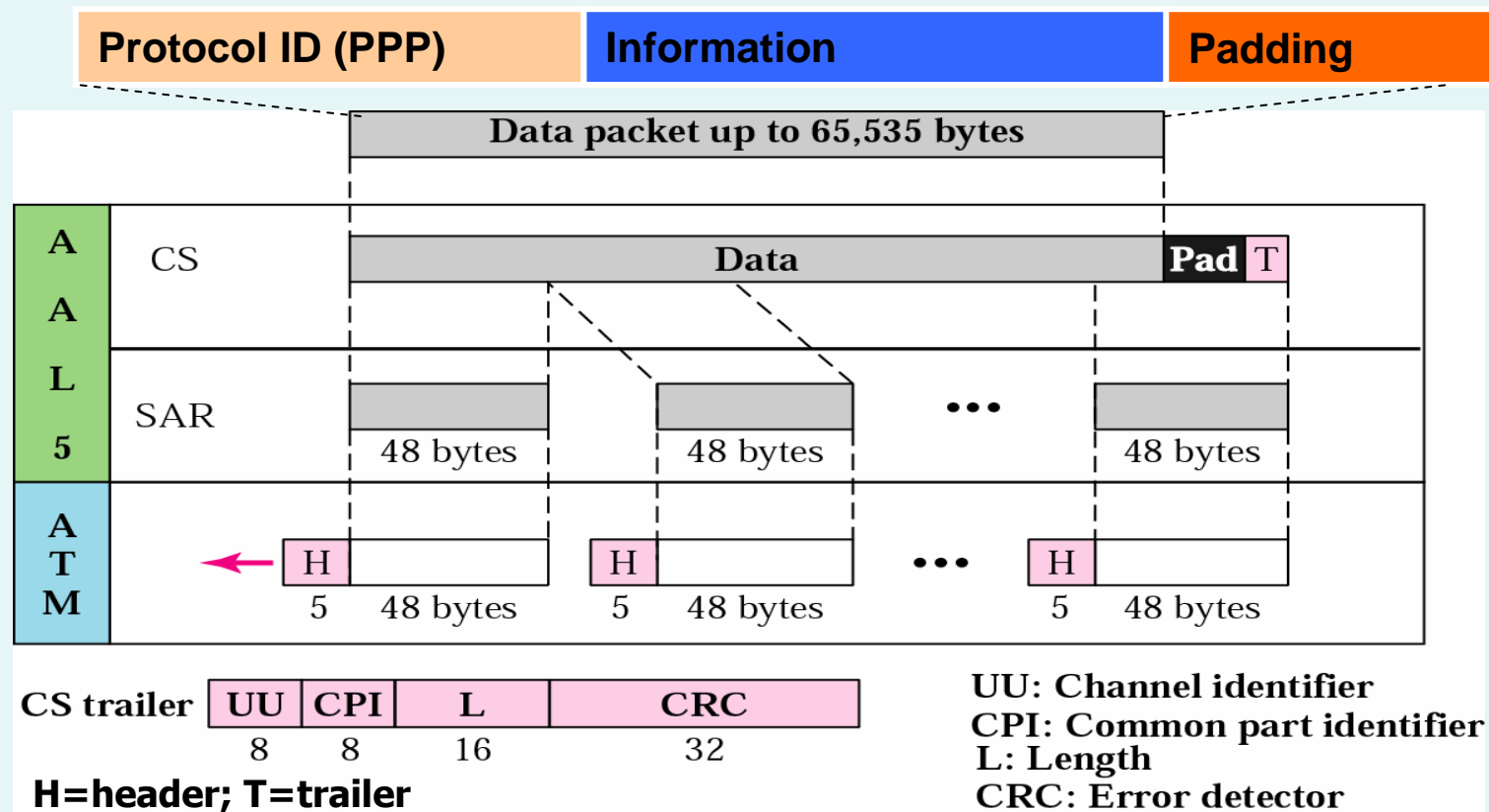
- Το AAL5/ATM χρησιμοποιείται για την μεταφορά των PPP πακέτων
- Η PPP σύνδεση αντιστοιχεί σε ένα AAL5 ιδεατό κύκλωμα
- Το AAL5 ιδεατό κύκλωμα είναι μία PVC ή SVC, διπλής κατεύθυνσης, σημείο-προς-σημείο σύνδεση
- Προδιαγράφεται στην RFC 2364 προδιαγραφή

PPP Over AAL5

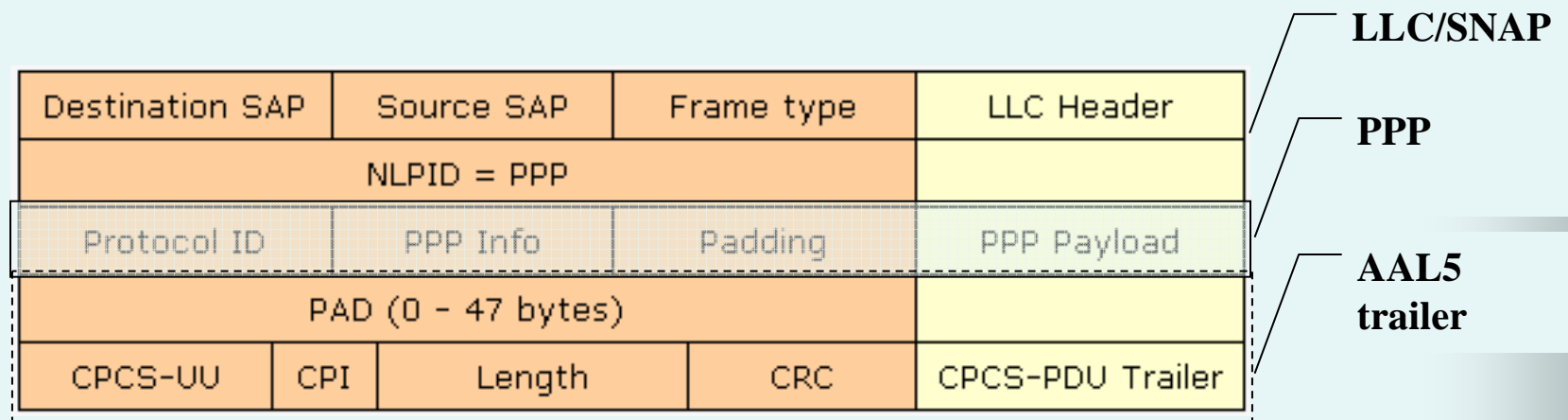
- **Ενθυλάκωση PPP (δύο επιλογές)**
 - ✓ *LLC/SNAP encapsulation => PPP PDUs*
 - Τιμή NLPID για PPP => 0xCF
 - PPP PDU => PPP -Protocol Identifier +information+padding
 - ✓ *Πολύπλεξη VC*

PPPοΑ (VC πολύπλεξη)

- ✓ Στην περίπτωση της VC πολύπλεξης το PPP πακέτο ενθυλακώνεται στο πεδίο Data του CS πακέτου



PPPoA (ενθυλάκωση LLC/SNAP)

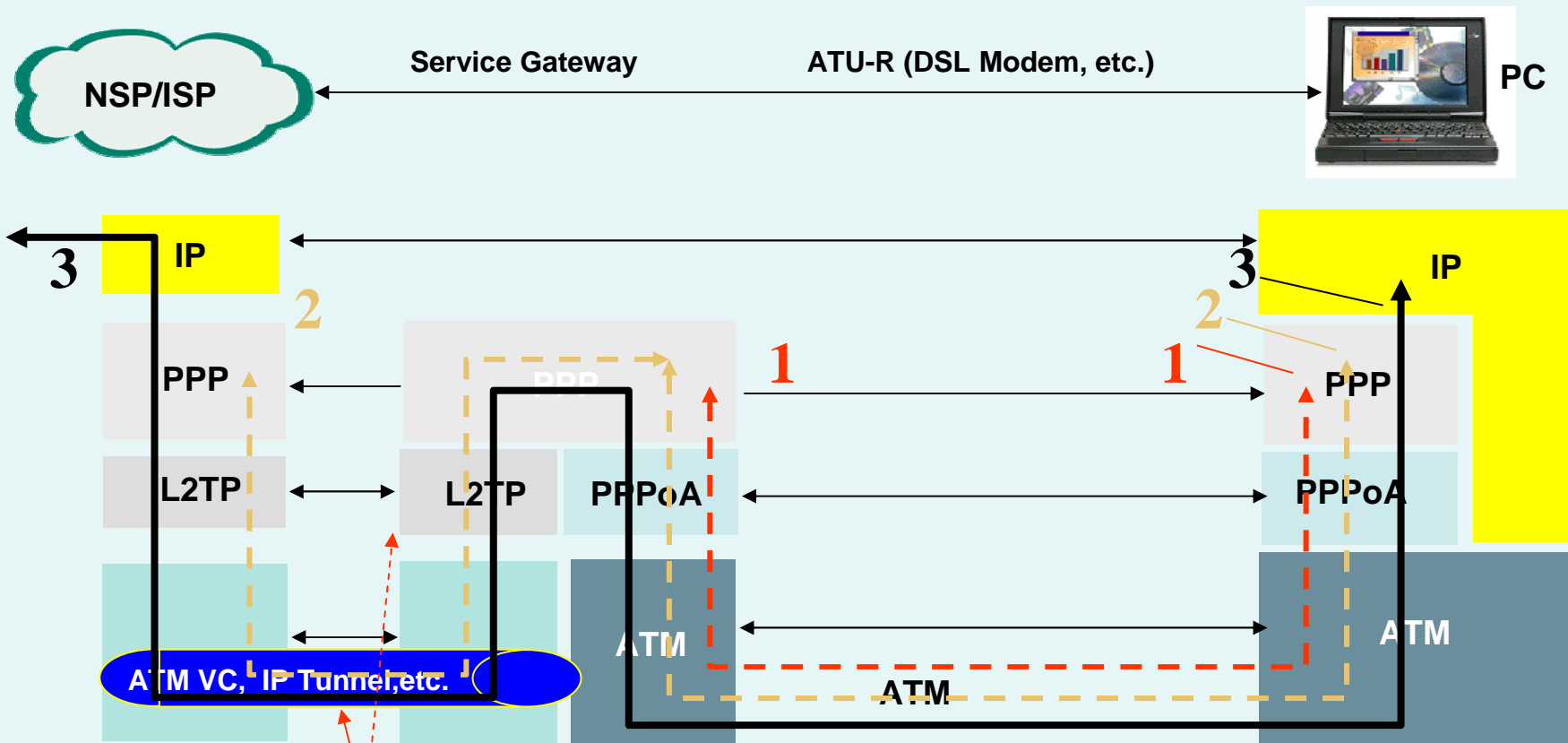


- **LLC header:**
 - ✓ 2 bytes - source SAP (0xFE) & destination SAP (0xFE)
 - routed OSI PDU
 - ✓ Un-numbered Information (UI) frame type (0x03).
- **Network Layer Protocol Identifier (NLPID) (PPP ⇔ 0xCF).**

PPPoA

- **PAD.** Οι οκτάδες αυτές προστίθενται για να γίνει το μήκος των δεδομένων πολ/σιο των 48 οκτάδων
- **UU.** Έχει μήκος 8 bits και χρησιμοποιείται για τη μεταφορά πληροφορίας για AAL5 σκοπούς
- **CPI.** Έχει μήκος 8 bits και συνήθως δεν χρησιμοποιείται για κάποιο σκοπό
- **Length.** Έχει μήκος 2 bytes και δηλώνει το μήκος των πραγματικών δεδομένων, χωρίς τα επιπλέον PAD bytes
- **CRC.** Έχει μήκος 4 bytes και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ορθότητας του CS πακέτου

PPPoA Αρχιτεκτονική



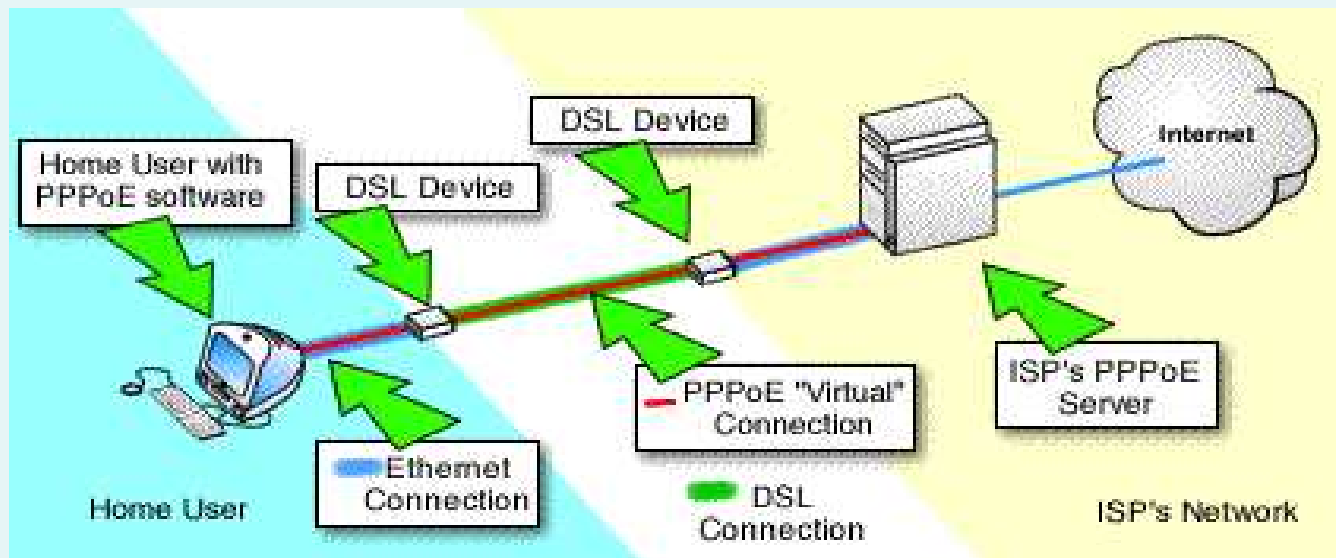
Προαιρετικό (Αναγκαίο όταν ο εξυπηρετητής του παρόχου πρόσβασης στο Διαδίκτυο βρίσκεται φυσικά απομακρυσμένος και προσβάσιμος μόνο μέσω του Διαδικτύου - οπότε απαιτείται εκτροπή των δεδομένων μέσω "tunnel")

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

PPP Over Ethernet



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 – Ενθυλάκωση Πλαισίου Ethernet

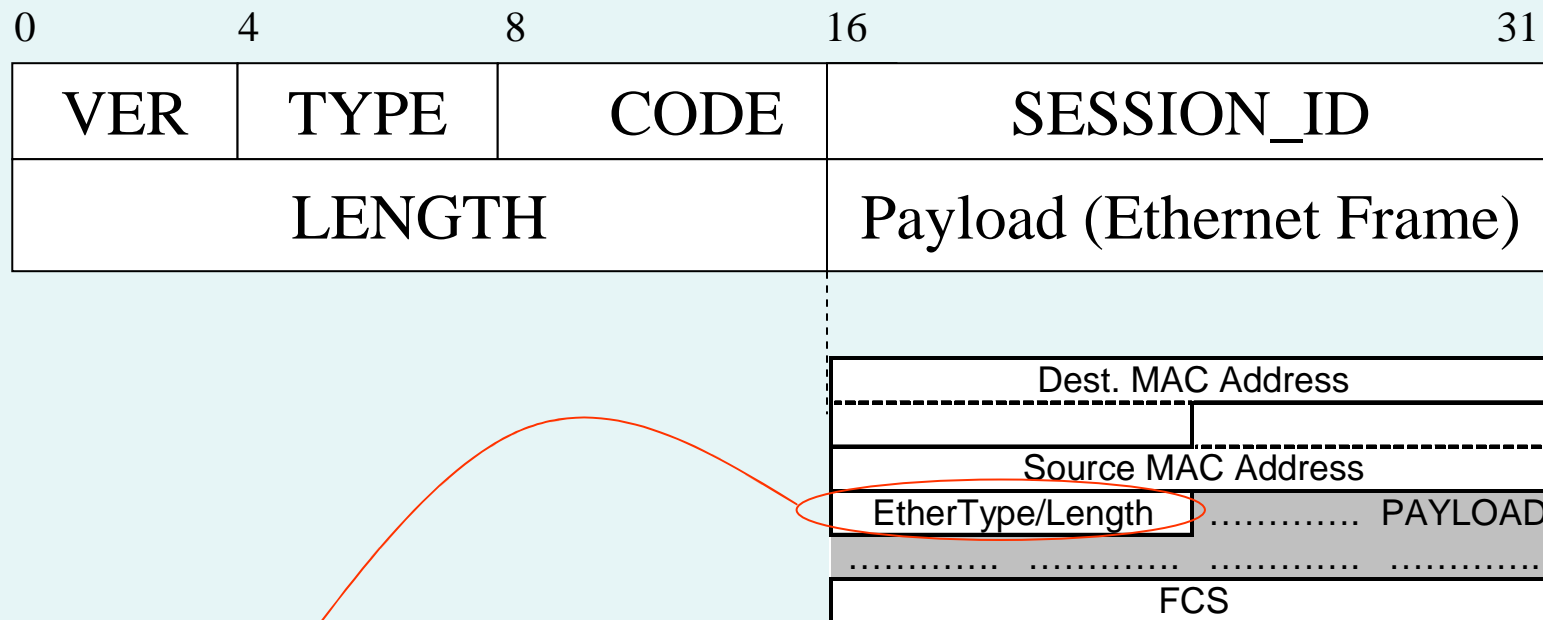
4	8	16	32bit
Ver	Type	Code	Session-ID
Length			Payload

- **VER - PPPOE = 0x1.**
- **TYPE = 0x1.**
- **CODE => Discovery / PPP Session stage**
- **SESSION_ID – Σταθερό αναγνωριστικό νούμερο για κάθε PPP session 1-1 αντιστοιχία με Ethernet SOURCE_ADDR & DESTINATION_ADDR.**
 - ✓ *0xffff reserved for future use. MUST NOT be used*
- **LENGTH – Μήκος (οκτάδες) PPPoE payload (εκτός Ethernet & PPPoE headers).**

Discovery stage

- **discovery stage** ⇔ **ARP (Address resolution) request-response**
- **Ο host που επιθυμεί να εγκαταστήσει PPP session εκπέμπει (broadcasts) ένα «session Initiation» πακέτο**
- **Κάθε Initiation packet προκαλεί την απόκριση απο (πολλαπλούς ενδεχομένως) Access Concentrators**
- **Ακολουθεί η εκπομπή ενός «unicast session request» προς τον επιλεγμένο Access concentrator**
- **Ο Access concentrator επιβεβαιώνει (confirmation) και το session ID για το συγκεκριμένο session ανατίθεται**

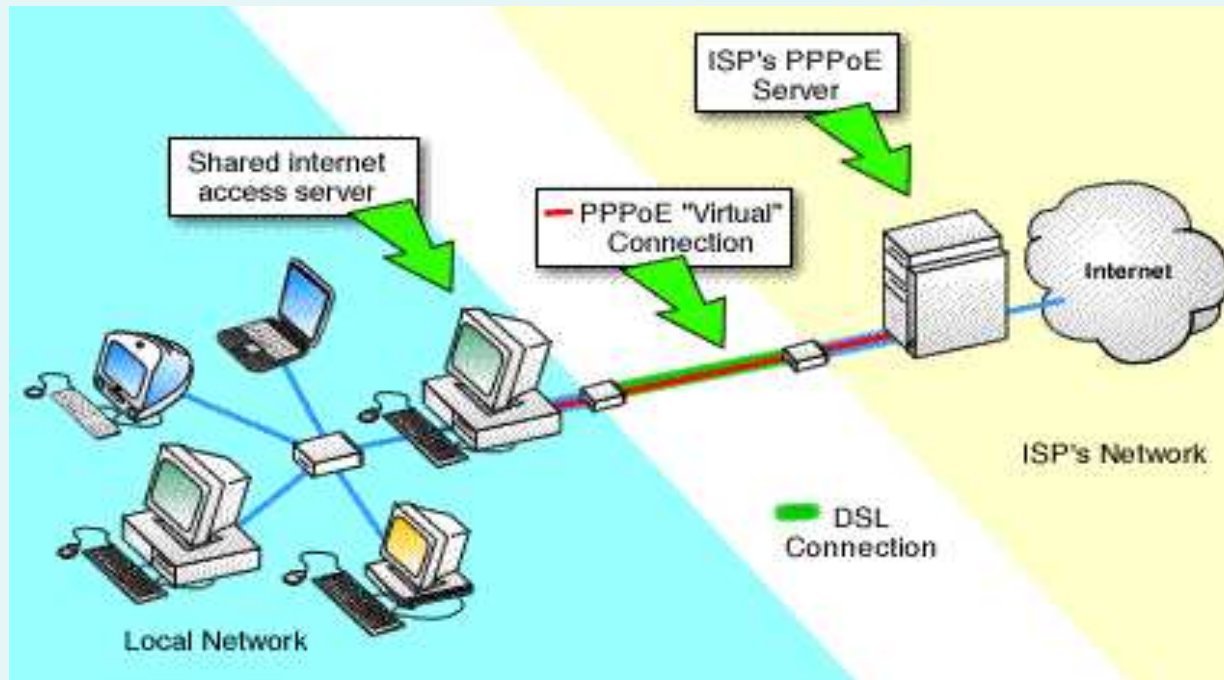
PPPoE - Ethernet Payload



- **EtherType**

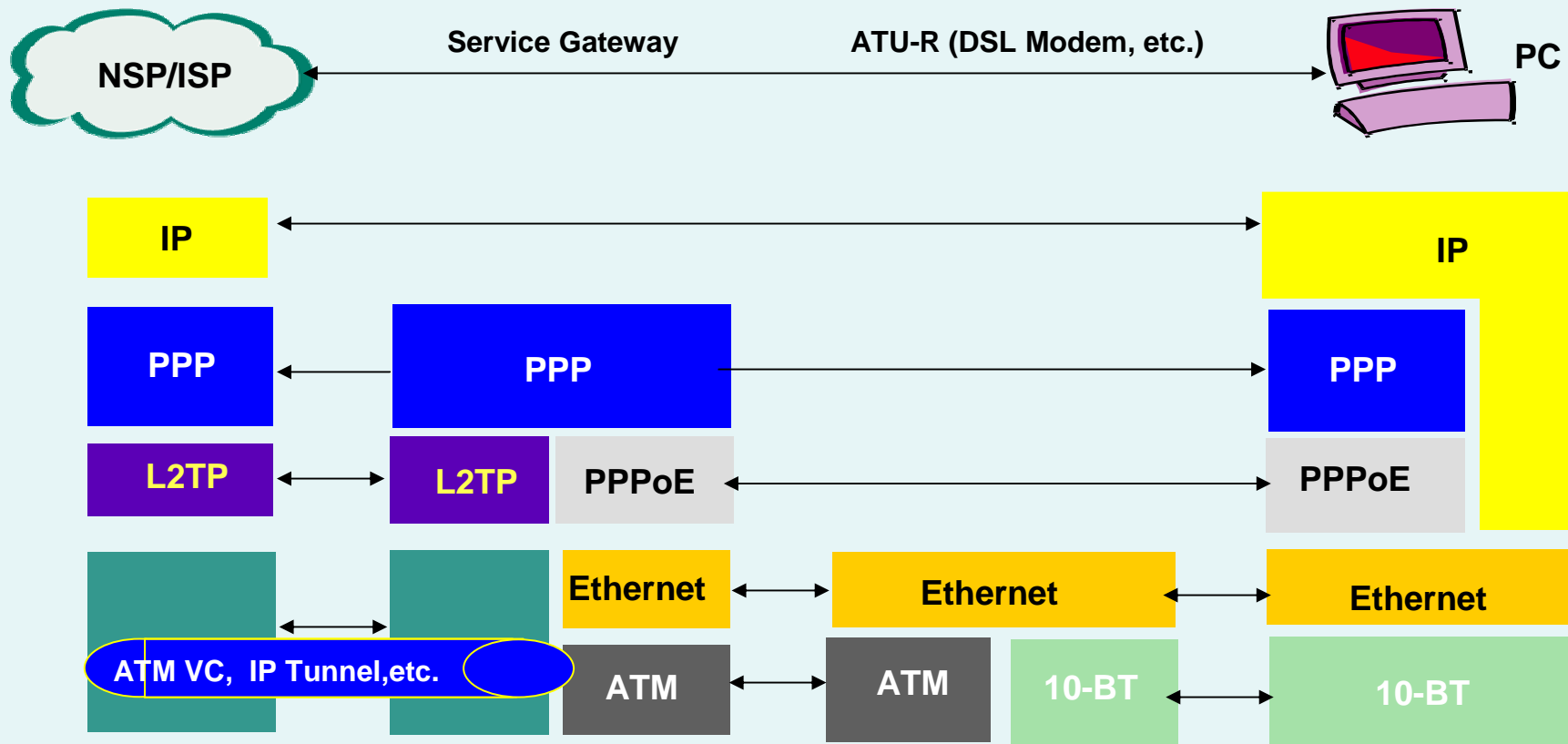
- ✓ $0x8863 \Rightarrow$ *discovery stage*
- ✓ $0x8864 \Rightarrow$ *PPP session stage*

PPPoE



PPPoE over LAN

PPPoE Αρχιτεκτονική



Τεχνολογίες Δικτύων Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

ADSL - Εφαρμογές/Προβλήματα



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλ/νιών

Ρυθμός Μετάδοσης DSL

- Ένα σύστημα μετάδοσης ADSL χρησιμοποιεί την τεχνική DMT. Έπειτα από διαπραγμάτευση κατά την φάση εγκατάστασης και εκτίμηση της ποιότητας του καναλιού αποφασίζεται να χρησιμοποιηθούν τα 3/4 από τα διαθέσιμα κανάλια μετάδοσης δεδομένων (downstream link) τα οποία διαμορφώνονται κατά QAM-64 . Ποιος ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης σε Mbps που μπορεί να επιτευχθεί;

Ρυθμός Μετάδοσης DSL

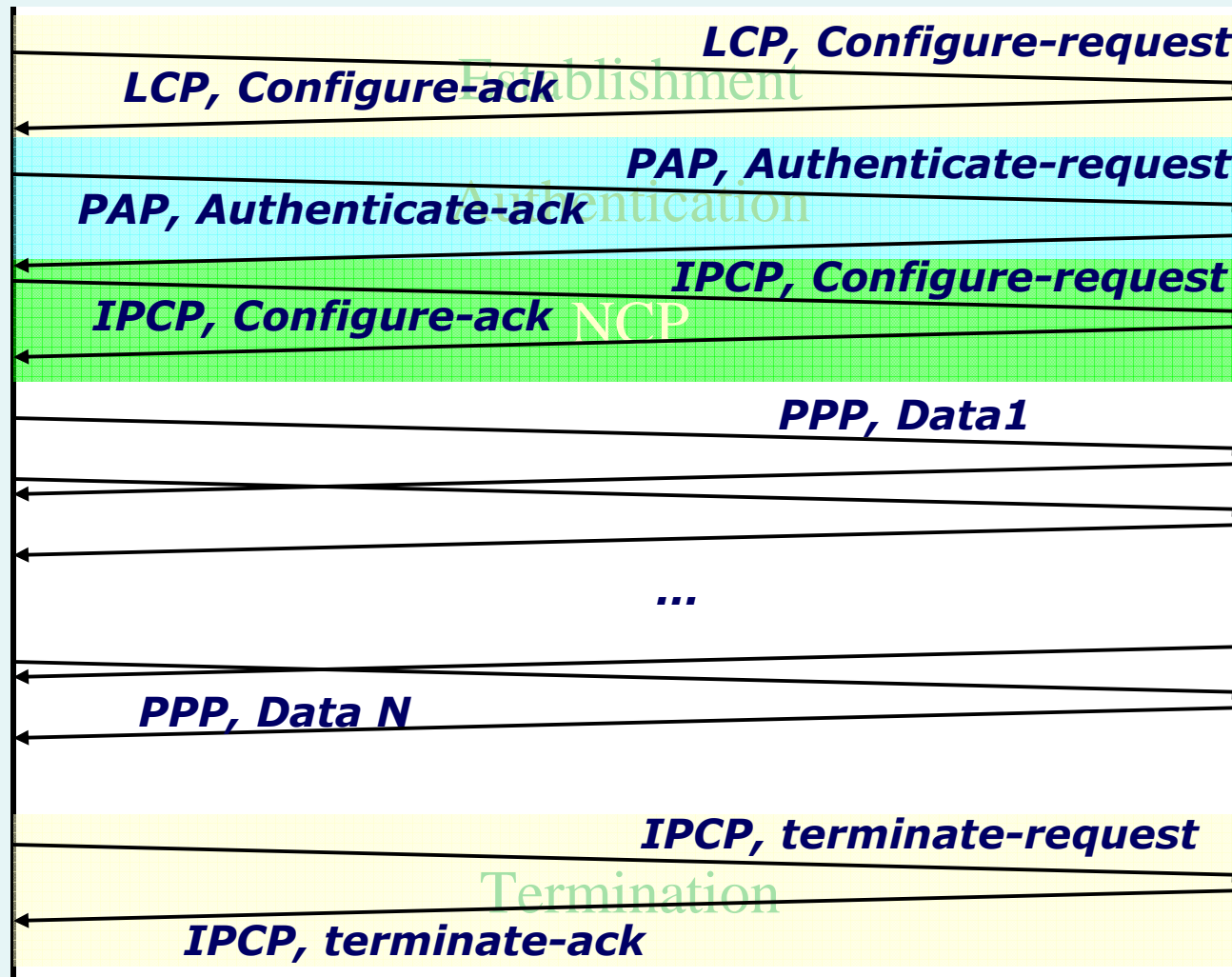
- **Συνολικό φάσμα ADSL 256 channels**

- ✓ Τα 6 χαμηλότερα δεσμεύονται για την τηλεφωνία (POTS) και 2 control,
- ✓ Μένουν 248 data.
- ✓ $3/4 * 248 \Rightarrow 186$ channels downstream.
- ✓ ADSL sub-carrier $\sim 4\text{MHz} \Rightarrow 4000$ baud (symbol rate)
- ✓ QAM-64 (6 bits/symbol \Leftrightarrow 6 bits/baud) $\Rightarrow 24,000$ bps/channel
- ✓ 186 channels \Rightarrow bandwidth 4.464 Mbps downstream.

PPP

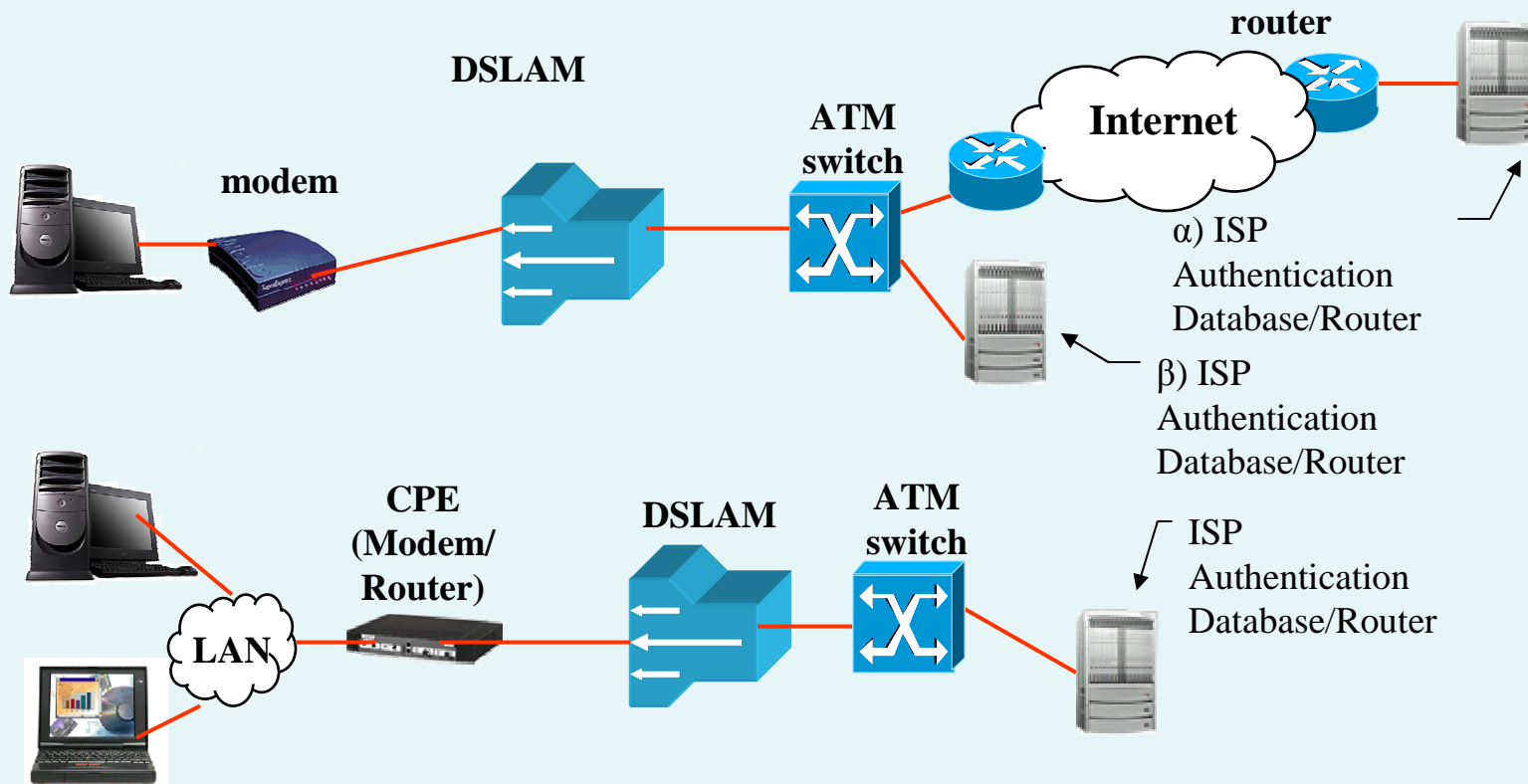
- Ένας χρήστης συνδέεται με τον κόμβο πρόσβασης του ISP με χρήση PPP και ανταλλάσσονται τα παρακάτω μηνύματα. Να καταταγούν στη σωστή σειρά σύμφωνα με τη χρονική εξέλιξη.
 - ✓ *PAP, Authenticate-request*
 - ✓ *LCP, Configure-ack*
 - ✓ *IPCP, terminate-ack*
 - ✓ *PPP, Data1*
 - ✓ ...
 - ✓ *PPP, Data N*
 - ✓ *LCP, Configure-request*
 - ✓ *IPCP, Configure-request*
 - ✓ *PAP, Authenticate-ack*
 - ✓ *IPCP, terminate-request*
 - ✓ *IPCP, Configure-ack*

PPP

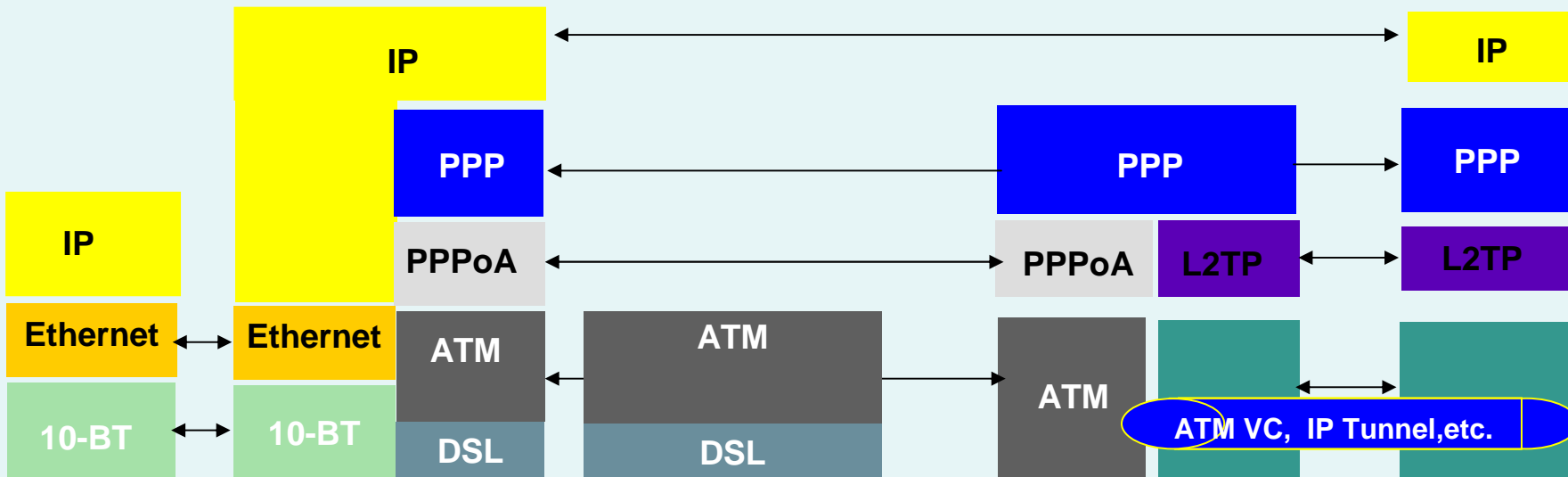
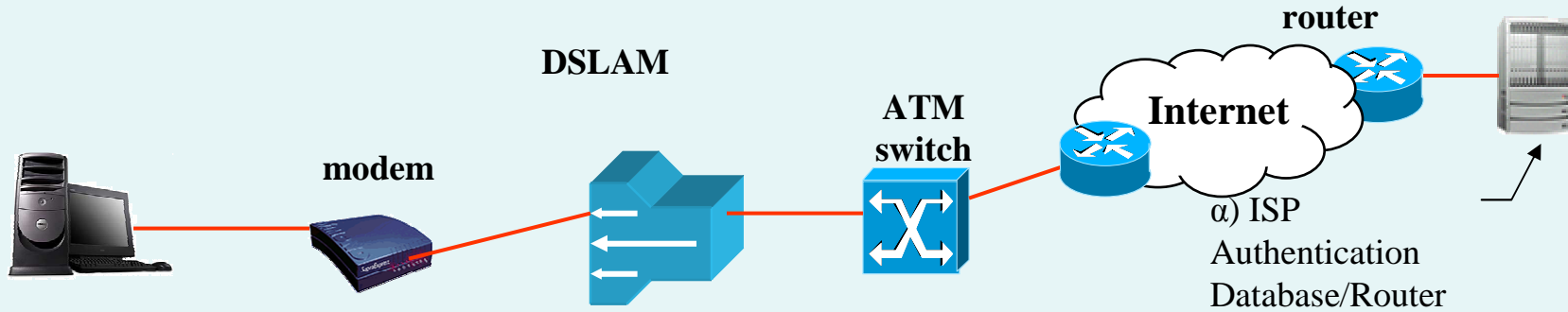


PPPoA, PPPoE

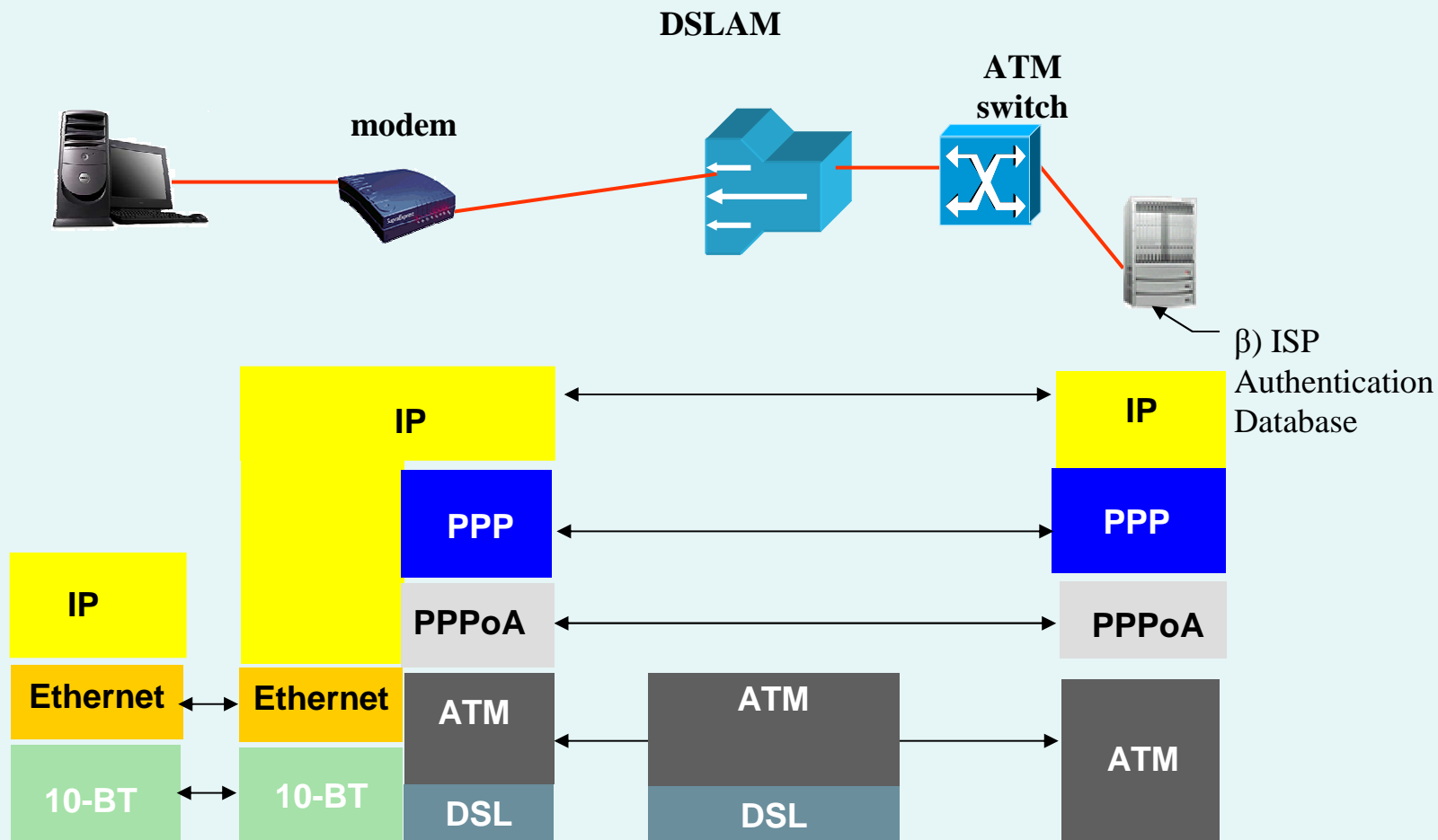
- Να αναπαρασταθούν οι στοίβες πρωτοκόλλων που υλοποιούνται σε κάθε δικτυακό κόμβο σε κάθε μία από τις παρακάτω περιπτώσεις PPPoA & PPPoE ADSL πρόσβασης



PPPoA, PPPoE



PPPoA, PPPoE



PPPoA, PPPoE

