

Τεχνολογίες Μεταγωγής Κυκλώματος & Μεταγωγής Πακέτου (2ου στρώματος)

Ασύγχρονος Τρόπος Μεταγωγής (ATM)



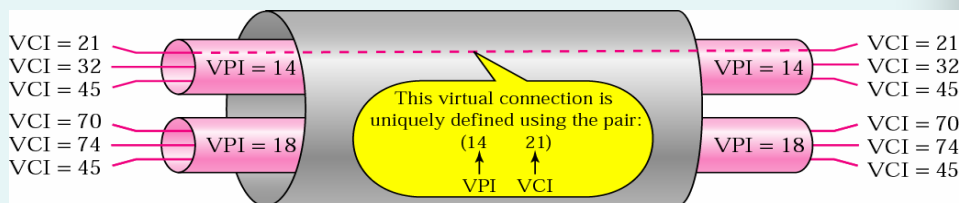
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλ/νιών

ATM Μεταγωγή

- Οι ATM τεχνικές μεταγωγής βασίζονται στα δύο πεδία που περιέχει η επικεφαλίδα της ATM κυψελίδας
 - ✓ VPI (*Virtual Path Identifier*)
 - ✓ VCI (*Virtual Channel Identifier*)
- Αυτά τα πεδία παρέχουν την απαραίτητη πληροφορία για τη δημιουργία της σύνδεσης και για τη δρομολόγηση δεδομένων έτσι ώστε οι ATM κυψελίδες να μεταφέρονται διαμέσου των κόμβων του δικτύου στο τελικό προορισμό

Τύποι Συνδέσεων

- Κάθε VP χαρακτηρίζεται από την ετικέτα VPI (Virtual Path Identifier)
- Κάθε VC χαρακτηρίζεται από την ετικέτα VCI (Virtual Channel Identifier)
- Ο συνδυασμός VPI/VCI καθορίζει μοναδικά τη διαδρομή μετάδοσης που θα ακολουθήσει η πληροφορία στο δίκτυο



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Virtual Channels (VCs)

- Ένα λογικό κύκλωμα που εξασφαλίζει αξιόπιστη επικοινωνία μεταξύ δύο σημείων σε ένα ATM δίκτυο
- Για τον προσδιορισμό του απαιτείται τόσο το VPI όσο και το VCI πεδίο της εισερχόμενης κυψελίδας
 - ✓ επειδή οι τιμές του VCI, που χρησιμοποιούνται σε ένα νοητό μονοπάτι, χρησιμοποιούνται και σε άλλα μονοπάτια
- Κάθε φορά που ένα νοητό κανάλι μεταγάζεται, αποδίδεται μια συγκεκριμένη τιμή του αναγνωριστικού νοητού καναλιού
 - ✓ οι τιμές VPI και VCI στην επικεφαλίδα μιας εισερχόμενης κυψελίδας αλλάζουν σύμφωνα με τον πίνακα μετάφρασης του κόμβου μεταγωγής
- Ένας τέτοιος κόμβος μεταγωγής που λαμβάνει υπόψη του την τιμή του VCI ονομάζεται κόμβος μεταγωγής νοητών καναλιών ή χειριστής νοητών καναλιών (VC handler)

Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

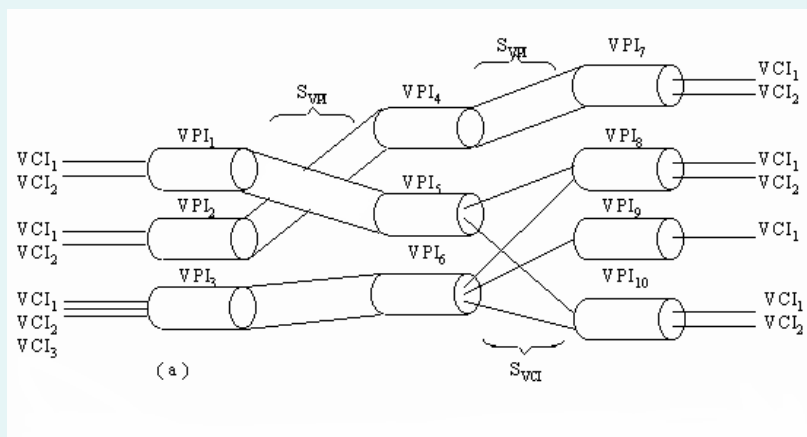
Virtual Paths (VPs)

- Είναι μία δέσμη από νοητά κανάλια η οποία κατευθύνεται σε ένα ATM τελικό σημείο
- Το VP προσδιορίζεται μόνο από το VPI πεδίο της κεφαλής της ATM κυψελίδας
 - ✓ το VCI πεδίο αγνοείται
- Νοητά κανάλια που μοιράζονται το ίδιο νοητό μονοπάτι έχουν την ίδια τιμή VPI
- Κάθε φορά που ένα νοητό μονοπάτι μεταγεται στο δίκτυο, αποδίδεται μια συγκεκριμένη τιμή του VPI
 - ✓ η τιμή VPI αλλάζει σύμφωνα με τον πίνακα μετάφρασης του κόμβου μεταγωγής
- Ένας κόμβος μεταγωγής που λαμβάνει υπόψη του την τιμή του VPI ονομάζεται κόμβος μεταγωγής νοητών μονοπατιών ή χειριστής νοητών μονοπατιών ή κόμβος διασταυρούμενης σύνδεσης

Πλεονεκτήματα των VPs

- Ο δικτυακός χρήστης μπορεί να διαχειριστεί κάποιες ATM κυψελίδες με έναν αποκλειστικό τρόπο ανεξάρτητα του παροχέα υπηρεσιών
- Στη περίπτωση που ο χρήστης μεταδίδει πληροφορία προς τον ίδιο προορισμό με την χρήση πολλών VCs, ο φόρτος του δικτύου μπορεί να μειωθεί εάν μεταφέρουμε αυτή την πληροφορία σε μία λογική μετάδοση παρά σε πολλές
 - ✓ το VP εξαλείφει το βάρος της μεταγωγής των πολλών VCs
- Δυνατότητα συσσώρευσης των κυψελίδων πολλών χρηστών για μεταφορά στο δίκτυο μέσα από μία φυσική σύνδεση με υψηλό ρυθμό
- Χρήσιμα για μετάδοση πληροφορίας που απαιτεί σταθερή ποιότητα υπηρεσίας καθ' όλη την διάρκεια - απόσταση

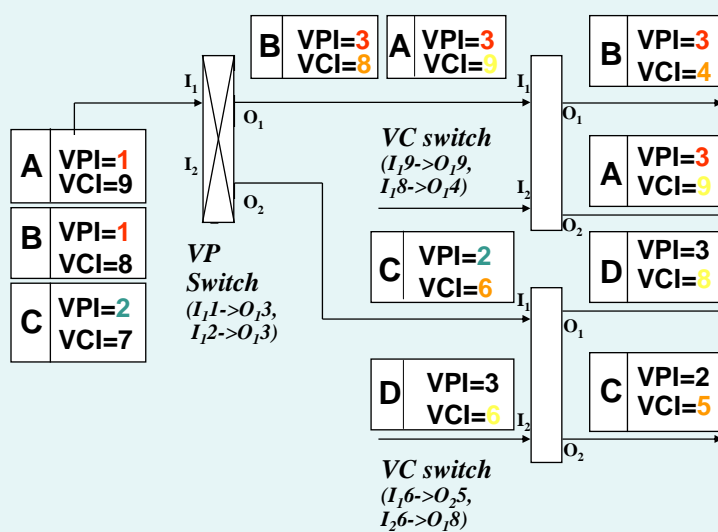
Παράδειγμα VPs – VCs



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Μεταγωγή VPs – VCs



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Οριζόντιο Επίπεδο Προσαρμογής στο ATM (AAL)

- Είναι υπεύθυνο για την μετατροπή της πληροφορίας που προέρχεται από τον χρήστη σε μια μορφή που είναι αποδεκτή από το ATM επίπεδο
 - ✓ μετατροπή της πληροφορίας που έρχεται από τον χρήστη σε 48άδες από bytes που στην συνέχεια θα σχηματίσουν τις ATM κυψελίδες
- Ανίχνευση και την διόρθωση των λαθών μετάδοσης
- Επεξεργασία των κυψελίδων χαμένων, λανθασμένων και με λάθη στην επικεφαλίδα
- Αποστολή και την αξιοποίηση πληροφορίας συγχρονισμού
- Έλεγχος ροής πληροφορίας για την εξασφάλιση της απαιτούμενης ποιότητας υπηρεσίας (QoS)

Τύποι υπηρεσιών στο AAL

	Κλάση A	Κλάση B	Κλάση C	Κλάση D
Συγχρονισμός	Απαιτείται		Δεν απαιτείται	
Ροή Bit	Σταθερή	Μεταβλητή		
Σύνδεση	Προσανατολισμός στη σύνδεση			Ασύνδετη
Πρωτόκολλο	Τύπος 1	Τύπος 2	Τύπος 3/4 Τύπος 5	Τύπος 3/4

Υποεπίπεδα του AAL

- Υποεπίπεδο Σύγκλισης (CS – Convergence Layer)
- Υποεπίπεδο Κατακερματισμού και Ανασύνθεσης (SAR – Segmentation And Reassembly Layer)

Υποεπίπεδο Σύγκλισης

- Παρέχει λειτουργίες που υποστηρίζουν ορισμένες εφαρμογές που χρησιμοποιούν το επίπεδο προσαρμογής
- Κάθε χρήστης του επιπέδου συνδέεται με το επίπεδο στο σημείο πρόσβασης που είναι απλά η διεύθυνση της εφαρμογής
 - ✓ *Το υποεπίπεδο αυτό είναι λοιπόν εξαρτημένο από την υπηρεσία*

Υποεπίπεδο Κατακερματισμού

- Υπεύθυνο για να μαζεύει την πληροφορία που λαμβάνεται από το υποεπίπεδο σύγκλισης σε κυψελίδες για εκπομπή και για να αποσυνθέτει την πληροφορία στο άλλο άκρο
- Περιλαμβάνει κυψελίδες που αποτελούνται από 5 bytes επικεφαλίδα και 48 bytes στο πεδίο πληροφορίας
 - ✓ Άρα το υποεπίπεδο πρέπει να μαζεύει τις επικεφαλίδες του και ό,τι ακολουθεί μαζί με την πληροφορία σύγκλισης σε μπλοκ των 48 bytes

AAL

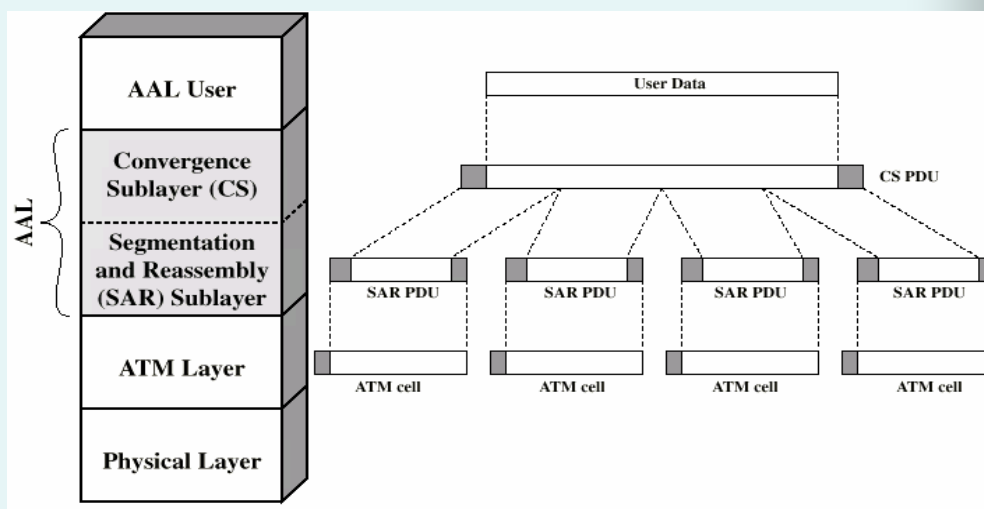
- Ο κύριος σκοπός του AAL επιπέδου είναι η διατήρηση του ATM επιπέδου ανεξάρτητου των υπηρεσιών που παρέχει το δίκτυο
- Ο ρόλος του AAL είναι η προσαρμογή των αναγκών των υπηρεσιών στις δυνατότητες του ATM επιπέδου
- Υπηρεσίες με κοινές απαιτήσεις προσαρμογής και κοινά χαρακτηριστικά κίνησης ομαδοποιούνται σε διακεκριμένες τάξεις υπηρεσιών
- Η κύρια λειτουργία του είναι η τμηματοποίηση των δεδομένων της εφαρμογής σε 48-οκτάδες και η συναρμολόγηση τους στον παραλήπτη
- Παρέχει λειτουργίες ανίχνευσης και διόρθωσης λαθών αναβαθμίζοντας την ποιότητα υπηρεσίας που παρέχεται από το ATM επίπεδο
- Παρέχει λειτουργίες αποκατάστασης του ρυθμού της πηγής

AAL

- Καθορίζονται 4 AAL τύποι
- Ο AAL τύπος που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από τις απαιτήσεις της εφαρμογής
- Αποτελείται από τα CS (Convergence Sublayer) και SAR (Segmentation And Reassembly) υποεπίπεδα

AAL1	Εφαρμογές πραγματικού χρόνου, που απαιτούν σταθερό ρυθμό μετάδοσης
AAL2	Εφαρμογές πραγματικού χρόνου, που απαιτούν μεταβλητό ρυθμό μετάδοσης
AAL3/4	Εφαρμογές που απαιτούν μεταβλητό ρυθμό μετάδοσης και προαπαιτούν ή όχι την ύπαρξη σύνδεσης
AAL5	Εφαρμογές που απαιτούν μεταβλητό ρυθμό μετάδοσης και προαπαιτούν ή όχι την ύπαρξη σύνδεσης

AAL



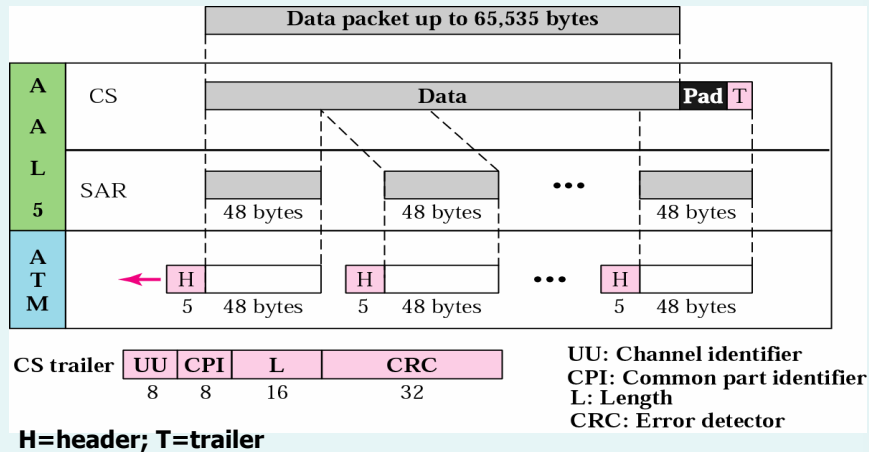
AAL5

- Χρησιμοποιείται για τη μεταφορά δεδομένων που παράγονται από την πηγή με μεταβλητό ρυθμό μετάδοσης (VBR)
- Χρησιμοποιείται για την μεταφορά σηματοδοτικής πληροφορίας
- Η απλότητα του στη λειτουργία και στην υλοποίηση το καθιστά κατάλληλο για την ενσωμάτωση πακέτων από άλλες τεχνολογίες (IP, ISDN, ..) σε πακέτα ATM
- Δεν παρέχει υπηρεσίες πολύπλεξης όπως το AAL2
- Το μέγιστο μήκος πακέτου που υποστηρίζεται είναι 65535 οκτάδες
- Στην πηγή, το CS προσθέτει όσες οκτάδες χρειάζονται για να κάνει το μήκος των δεδομένων πολ/σιο των 48 οκτάδων
- Στη συνέχεια, προσθέτει 8 ακόμα οκτάδες

AAL5

- Οι οκτάδες αυτές περιέχουν το μήκος των πραγματικών δεδομένων και το πεδίο ελέγχου των δεδομένων
- Το SAR τμηματοποιεί το CS πακέτο σε πακέτα των 48 οκτάδων
- Το ATM στο τελευταίο πακέτο των δεδομένων θέτει το PT ίσο με 1
- Ο παραλήπτης, όταν λάβει ATM πακέτο με PT ίσο με 1, ελέγχει το μήκος και το πεδίο ελέγχου των δεδομένων
- Αν είναι σωστό, αρχίζει τη διαδικασία επανένωσης των ATM πακέτων, τα παραδίδει στο AAL επίπεδο και αυτό με τη σειρά του στο επίπεδο εφαρμογής

AAL5



AAL5

- **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

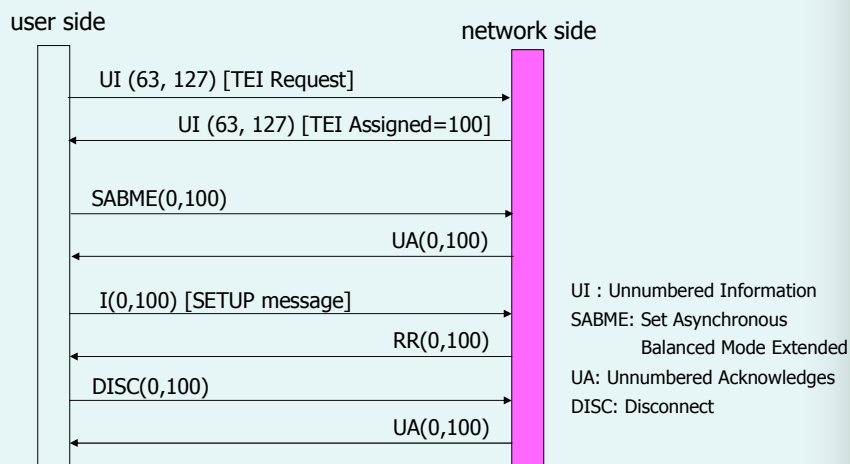
Τεχνολογίες Μεταγωγής Κυκλώματος & Μεταγωγής Πακέτου (2ου στρώματος)

ISDN, B-ISDN: Πρόσθετες ενημερωτικές σημειώσεις

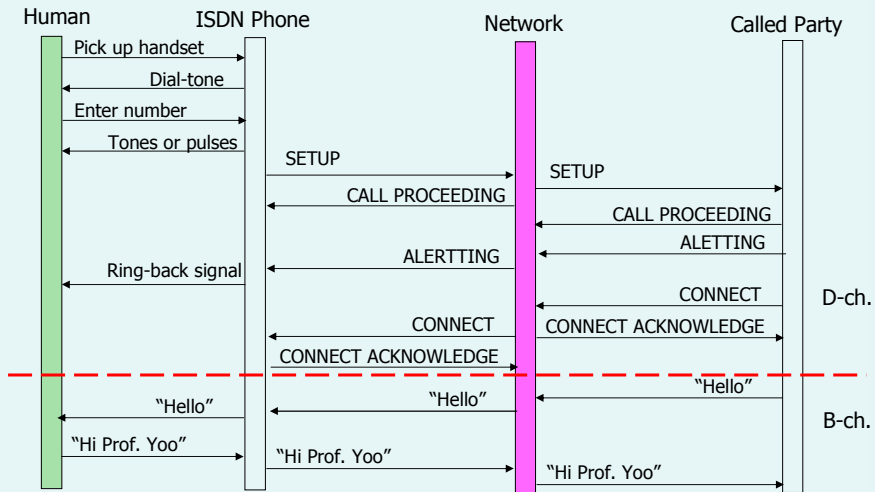


Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλ/νιών

LAPD: Εξέλιξη Σηματοδοσίας



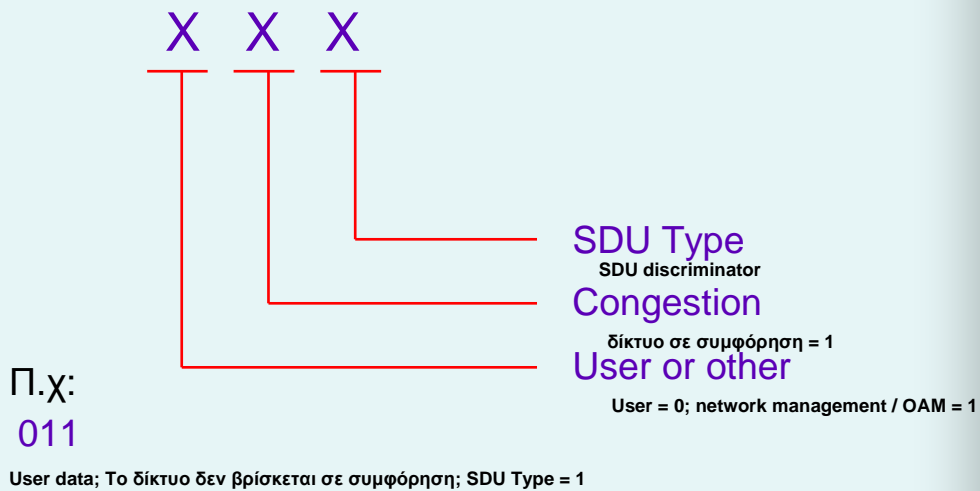
Q.931



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Payload Type



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

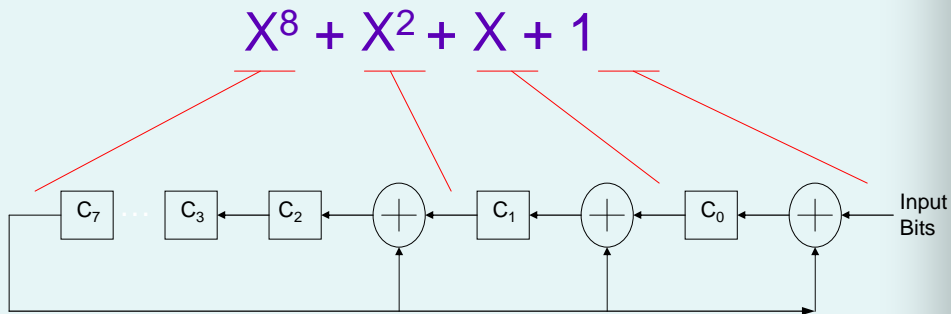
Generic Flow Control (GFC)

- Έλεγχος (άμεσος) στη διεπαφή UNI (user to network interface) για την εξομάλυνση τυχόν πρόσκαιρων ριπών δεδομένων που οδηγούν σε υπερφόρτωση του δικτύου
- Δύο μηχανισμοί προβλέπονται για τη μετάδοση από το χρήστη
 - ✓ *Ανεξέλεγκτη*
 - ✓ *Ελεγχόμενη*
- Ο έλεγχος ροής εξασκείται πάντα από το δίκτυο και εφαρμόζεται στον χρήστη (συμμόρφωση/προσαρμογή του ρυθμού μετάδοσης)

Header Error Control

- Πεδίο 8-bit ανίχνευσης σφαλμάτων
- Υπολογίζεται επί των υπολοίπων 32 bits του ATM cell header
- Επιτρέπει την ανίχνευση κάποιο ποσοστού σφαλμάτων
 - ✓ *Πλεονάζονται bits χρησιμεύουν για τη διόρφωση πέραν της ανίχνευσης σφαλμάτων*

ATM Error Control Polynomial



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Εφαρμογή HEC στον Δέκτη

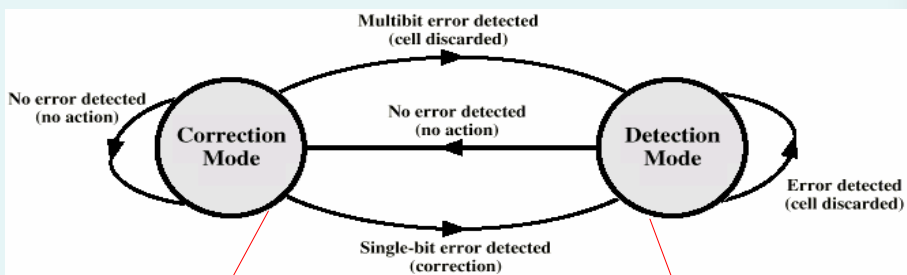


Figure 11.5 HEC Operation at Receiver

Default mode: error single-bit correction

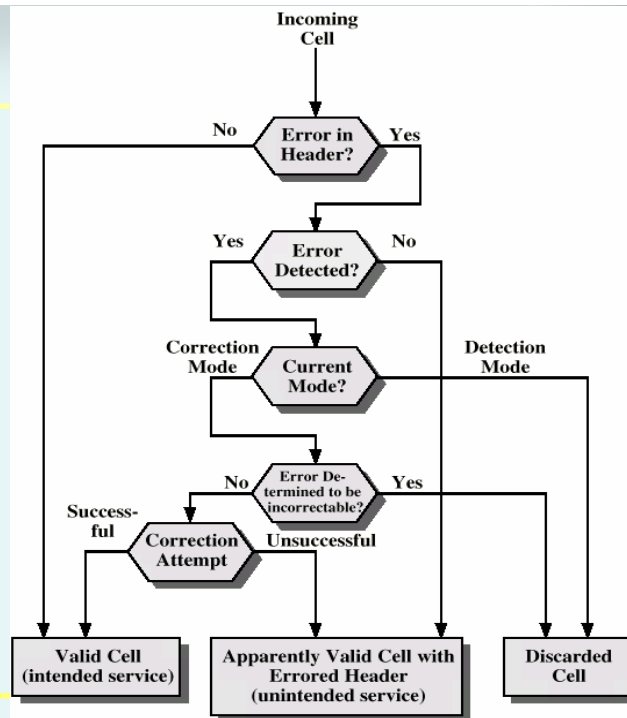
State machine stays in detection mode
While errors are being detected

Cannot fix burst errors, no attempt is made.

Ορφανουδάκης Θεοφάνης

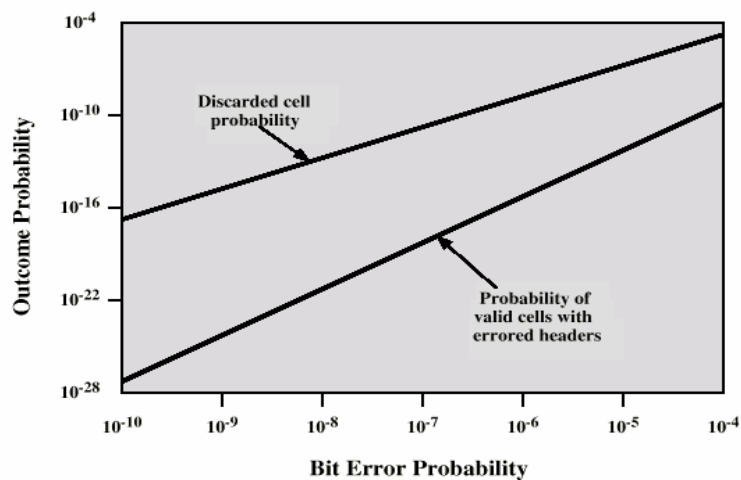
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Effect of Error in Cell Header



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Επίδραση Τυχαίων Σφαλμάτων bits



Ορφανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

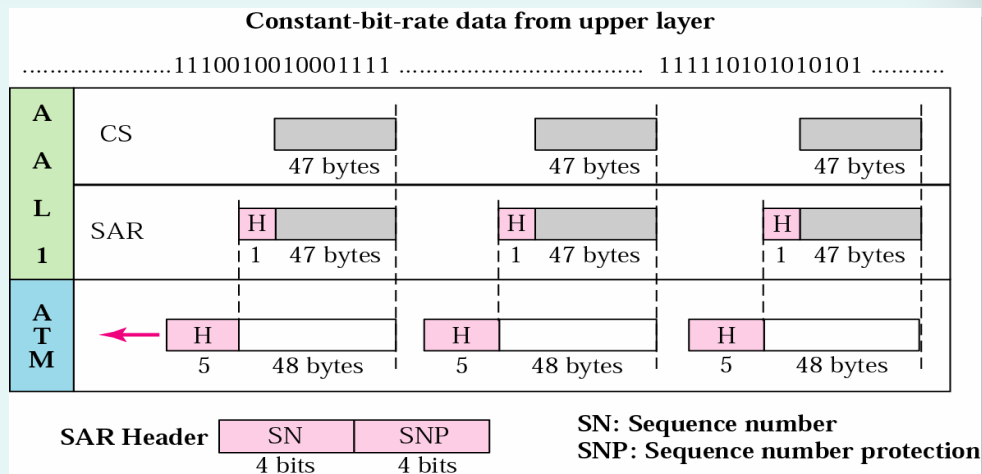
AAL1

- Χρησιμοποιείται για τη μεταφορά δεδομένων που παράγονται από την πηγή με σταθερό ρυθμό μετάδοσης (CBR)
- Απαιτείται μεταφορά πληροφορίας χρονισμού από την πηγή προς τον παραλήπτη για την επίτευξη συγχρονισμού
- Συνήθως, στο AAL1, το CS επίπεδο είναι κενό
- Στην πηγή, το SAR χωρίζει τα δεδομένα της εφαρμογής σε 47 οκτάδες και προσθέτει μία ακόμα οκτάδα
- Η οκτάδα αυτή περιέχει τον αριθμό ακολουθίας του πακέτου και το πεδίο ελέγχου του αριθμού αυτού

AAL1

- Στον παραλήπτη, το SAR ελέγχει το πεδίο ελέγχου και τον αριθμό ακολουθίας του πακέτου
- Συναρμολογεί τα δεδομένα της εφαρμογής σύμφωνα με τους αριθμούς ακολουθίας των πακέτων
- Παραδίδει τα δεδομένα στο επίπεδο της εφαρμογής με τον ίδιο ρυθμό που είχαν μεταδοθεί από την πηγή
- Προδιαγράφεται από την ITU-T I.363

AAL1



- Το πεδίο SN δηλώνει τον αριθμό ακολουθίας του πακέτου και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των απολεσθέντων ή εκτός σειράς ληφθέντων SAR-PDUs
- Το πεδίο SNP χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ορθότητας του SN πεδίου

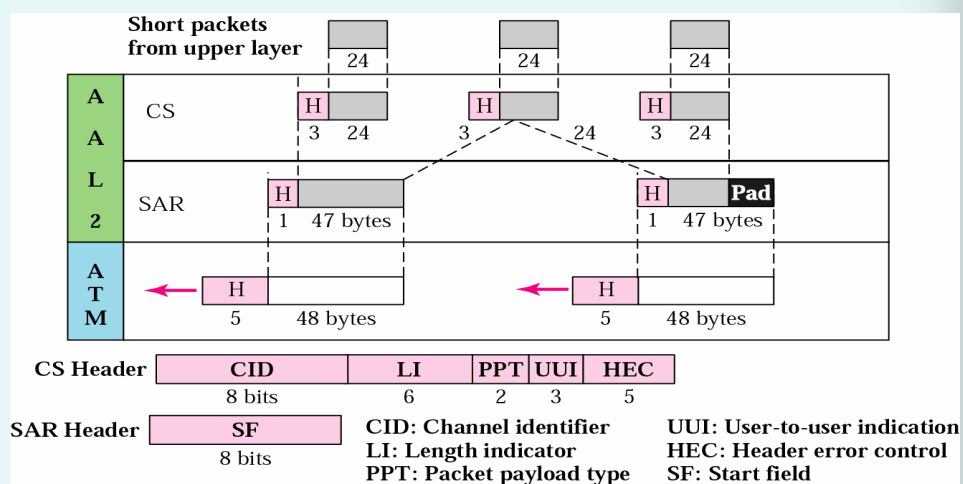
AAL2

- Χρησιμοποιείται για τη μεταφορά δεδομένων που παράγονται από την πηγή με μεταβλητό ρυθμό μετάδοσης (VBR)
- Υποστηρίζει την πολύπλεξη πολλών χρηστών πάνω από μια κοινή ATM σύνδεση
- Χρησιμοποιείται για την πλήρη εκμετάλλευση του εύρους ζώνης
- Χρησιμοποιείται για τη μεταφορά συμπιεσμένων δεδομένων, τα οποία έχουν συνήθως μικρό μήκος
- Στην πηγή, το CS χωρίζει τα δεδομένα της εφαρμογής σε 44 οκτάδες και προσθέτει τρεις ακόμα οκτάδες

AAL2

- Οι οκτάδες αυτές περιέχουν την ταυτότητα του χρήστη και το μήκος των δεδομένων του
- Το επίπεδο SAR προσθέτει μία ακόμα οκτάδα, η οποία καθορίζει την αρχή του επόμενου CS πακέτου
- Μια διαδομένη εφαρμογή που υποστηρίζεται από το AAL2 είναι η μεταφορά φωνής. Η φωνή κωδικοποιείται, τα δεδομένα συμπιέζονται και μεταφέρονται σε πακέτα μικρού μεγέθους
- Προδιαγράφεται από την ITU-T I.362

AAL2



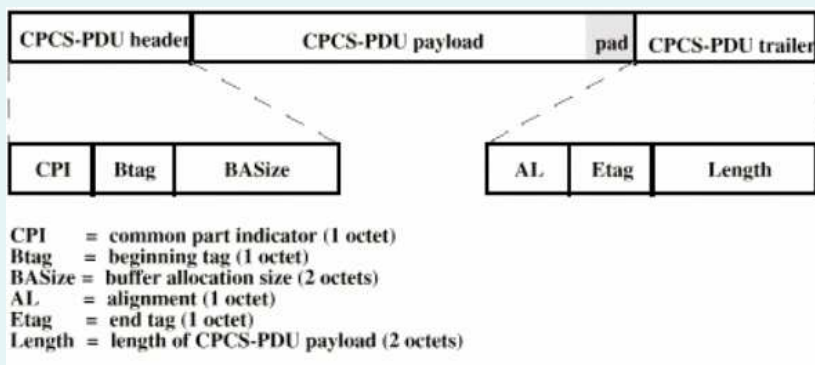
AAL2

- Το πεδίο CID χρησιμοποιείται για την διάκριση του κάθε χρήστη του AAL2 επιπέδου. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η πολύπλεξη πάνω από την ίδια ATM σύνδεση μέχρι και 248 χρηστών
- Το πεδίο LI καθορίζει το μήκος του CS πακέτου
- Το πεδίο UUI μεταφέρει είτε πληροφορία χρήστη είτε πληροφορία διαχείρισης
- Το πεδίο HEC χρησιμοποιείται για την ανίχνευση και διόρθωση λαθών στα προηγούμενα πεδία
- Το πεδίο SF αποτελείται από:
 - a. Offset Field (OSF). Έχει μήκος 6 bits και καθορίζει την αρχή του επόμενου CS πακέτου
 - β. Sequence Number (SN). Έχει μήκος 1 bit και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της απώλειας κάποιου CS πακέτου
 - γ. Parity. Έχει μήκος 1 bit και χρησιμοποιείται για την ανίχνευση λάθους στο SF πεδίο

AAL3/4

- Connectionless / connected
- Message mode / stream mode

AAL3/4



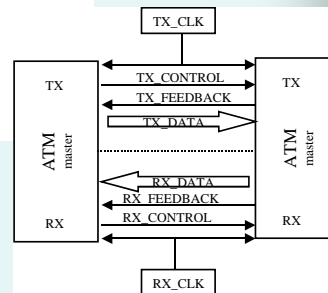
Virtual Channel Connections (VCCs)

- Δημιουργούνται από τη συνένωση νοητών καναλιών (VCs)
- Έχουν τα άκρα τους στα σημεία εκείνα του δικτύου στα οποία το κομμάτι της κυψελίδας που περιέχει την πληροφορία του χρήστη περνάει από το ATM επίπεδο στο AAL επίπεδο ή αντίστροφα
- Όλη η επικοινωνία ανάμεσα σε δύο σημεία του δικτύου μπορεί να γίνει διαμέσου του VCL. Αυτού του είδους η σύνδεση προστατεύει την σειρά μεταξύ των ATM κυψελίδων κατά την μεταφορά τους μεταξύ δύο τελικών σημείων και εγγυάται κάποιο βαθμό ποιοτικής υπηρεσίας QoS

Διεπαφή UTOPIA με Συσκευές Tx/Rx

L A Y E R M A N A G E M E N T	HIGHER LAYER FUNCTIONS	HIGHER LAYERS	
	Convergence Sublayer	CS	AAL
	Segmentation & Reassembly	SAR	
	Generic Flow Control Cell Header Generation/Extraction Cell VPI/VCI Transaltion Cell Multiplex & Demultiplex	ATM	
	Cell Rate Decoupling HEC Sequence Generation/Verification Cell Delineation Transmission Frame Adaptation Transmission Frame Generation/Recovery	TC	Physical Layer
Bit Timing	PMD		
Physical Medium Dependent			

UTOPIA I/F



Οργανισμός Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου