



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης

Ενότητα 5: Θέματα Τηλεπικοινωνιακής Κίνησης
σε ATM Δίκτυα

Μιχαήλ Λογοθέτης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Τεχνολογίας Υπολογιστών

Σκοποί ενότητας

- Εισαγωγικά στοιχεία για τη μοντελοποίηση κόμβου ATM
- Περιγραφή των διαδικασιών μοντελοποίησης της διαδικασίας αφίξεων κλήσεων φωνής και εικόνας
- Παρουσίαση της διαδικασίας στατιστικής πολύπλεξης στο επίπεδο των πακέτων ATM
- Περιγραφή της αναλυτικής μεθόδου υπολογισμού απωλειών σε πολυπλέκτες ATM αλλά και σε δίκτυα ATM



Περιεχόμενα ενότητας

- ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΑΤΜ ΔΙΚΤΥΩΝ
- ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΤΜ ΚΟΜΒΟΥ
- PHYSICAL LAYER OVERHEAD
- ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΦΙΞΕΩΣ ΤΩΝ ΑΤΜ ΠΑΚΕΤΩΝ
- ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΗΓΩΝ ΦΩΝΗΣ
- ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΗΓΩΝ ΕΙΚΟΝΑΣ
- ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΤΕΡΟΓΕΝΩΝ, ΥΠΕΡΤΕΘΕΙΜΕΝΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ
- ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΠΟΛΥΠΛΕΞΗ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΩΝ ΑΤΜ ΠΑΚΕΤΩΝ
- ΚΕΡΔΟΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΠΟΛΥΠΛΕΞΗΣ
- ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΑΤΜ ΠΑΚΕΤΩΝ ΣΕ ΑΤΜ ΠΟΛΥΠΛΕΚΤΗ
- ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΕ ΑΤΜ ΔΙΚΤΥΑ



Ποιότητα των ATM Δικτύων

Η χειροτέρευση της ποιότητας των ATM δικτύων προκαλείται από:

- Καθυστερήσεις στη δημιουργία των ATM πακέτων
- Καθυστερήσεις διάδοσης σε ένα transmission path
- Απώλειες των ATM πακέτων
- Καθυστερήσεις των ATM cells στους ATM κόμβους
- Λανθασμένη δρομολόγηση των ATM cells εξαιτίας λαθών στο πεδίο της επικεφαλίδας

Οι παραπάνω καθυστερήσεις είναι σταθερές και δεν μεταβάλλονται ως προς την κίνηση



Μοντελοποίηση ATM Κόμβου (1/2)

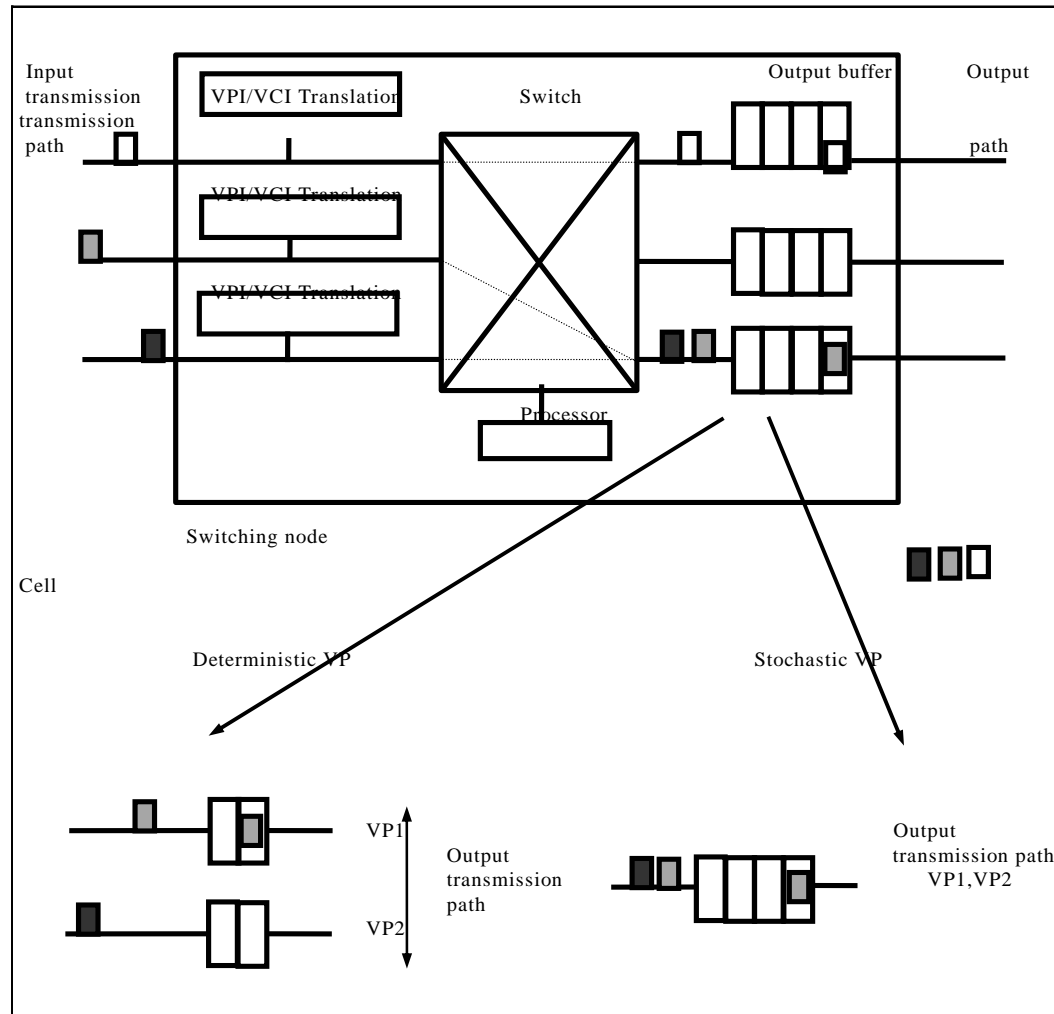
Ένας ATM κόμβος μπορεί να μοντελοποιηθεί ως:

- Ένας απλός εξυπηρετητής ουράς (single server queue)
 - Αντιστοιχεί σε ένα Virtual Path (VP) ή Transmission Path
- Μια υπηρεσία που εκτελείται από τον εξυπηρετητή
 - Αντιστοιχεί στην μετάδοση ενός ATM πακέτου

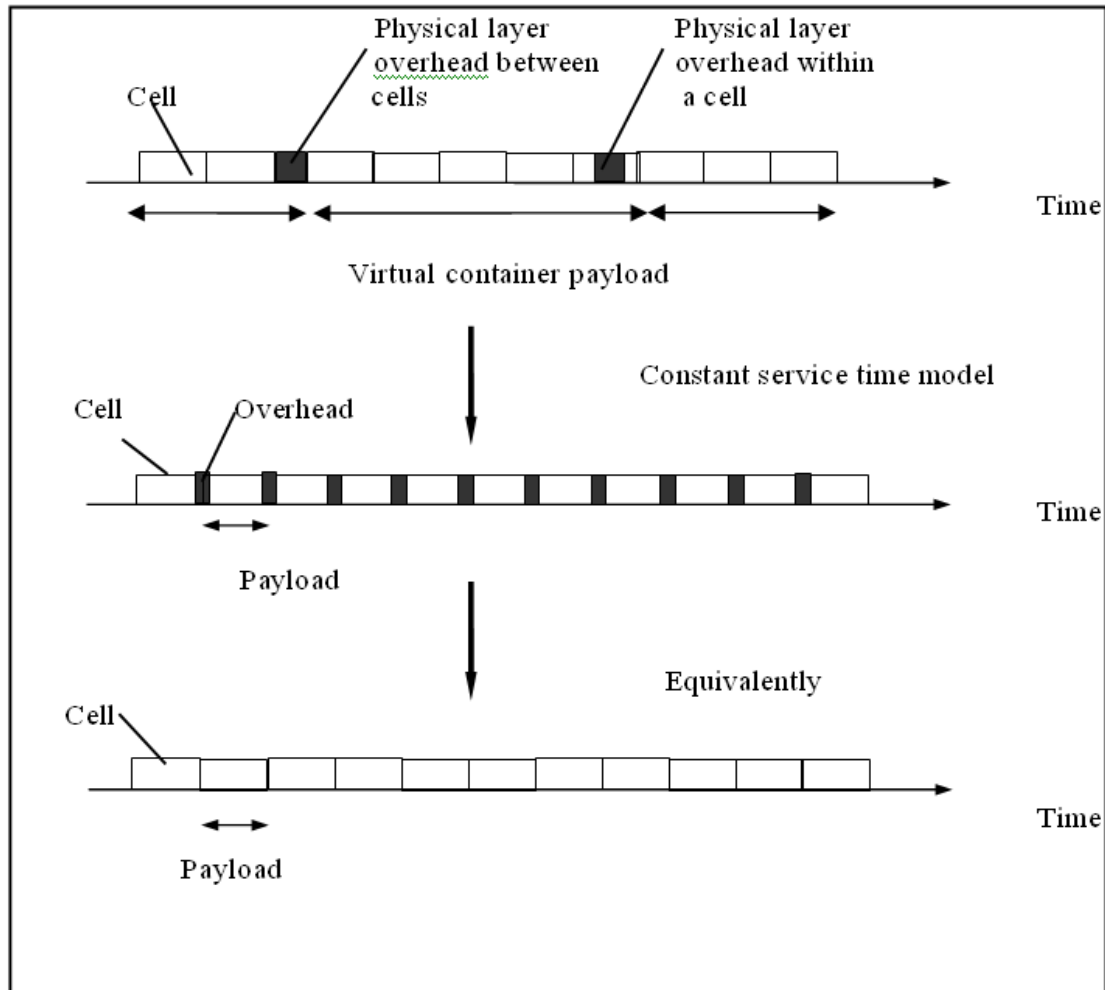
Θεώρηση: Ο διακόπτης (switch) είναι χωρίς απώλειες (nonblocking) και δεν προκαλεί χειροτέρευση της απόδοσης.



Μοντελοποίηση ATM Κόμβου (2/2)



Physical Layer Overhead



Μοντελοποίηση της Διαδικασίας Αφίξεως των ATM πακέτων

Η χρήση ενός μοντέλου διαδικασίας άφιξης ATM πακέτων για την αξιολόγηση της στατιστικής πολύπλεξης, συνεισφέρει:

- Στον καθορισμό της ευαισθησίας που έχει το κέρδος ως προς τις παραμέτρους της διαδικασίας άφιξης ATM πακέτων
- Στην επιλογή των χαρακτηριστικών κίνησης μιας πηγής
- Στην εκτίμηση των δυνατοτήτων του ATM δικτύου



Μοντελοποίηση Πηγών Φωνής (1/3)

Στα δίκτυα ATM υπάρχουν δύο τρόποι για την μετάδοση της κίνησης φωνής (voice traffic):

- Μετάδοση ως CBR κίνηση (σταθερός ρυθμός μετάδοσης)
 - Χρήση του πρωτοκόλλου τύπου 1 της AAL (class-A service)
- Μετάδοση ως VBR κίνηση (μεταβλητός ρυθμός μετάδοσης)
 - Χρήση του πρωτοκόλλου τύπου 2 (class-B service)



Μοντελοποίηση Πηγών Φωνής (2/3)

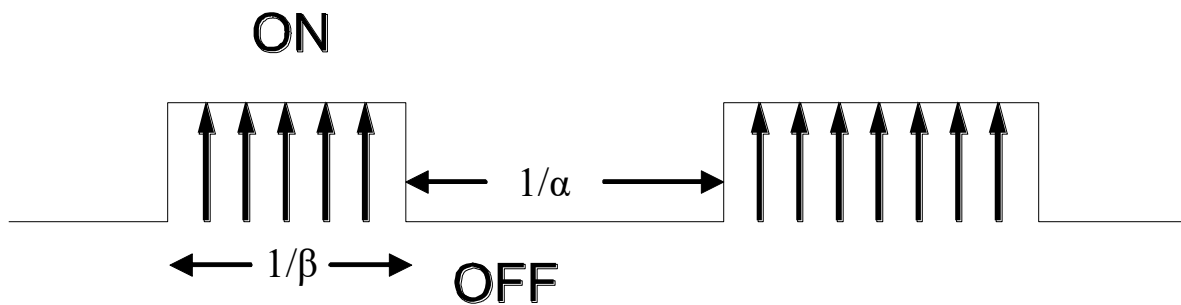
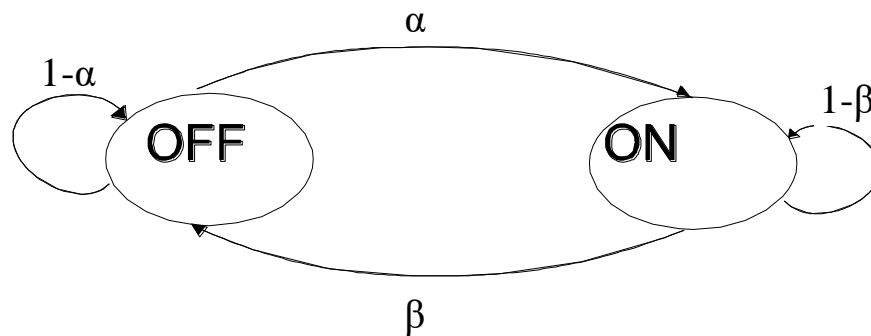
Όταν χρησιμοποιούμε μεταβλητό ρυθμός μετάδοσης, η πηγή μοντελοποιείται με το ON-OFF μοντέλο.

Το ON-OFF μοντέλο χαρακτηρίζεται από:

- καταστάσεις ON, όπου παράγονται cells ομιλίας (ενεργείς περίοδοι)
- καταστάσεις OFF, όπου δεν παράγονται cells ομιλίας (ανενεργές περίοδοι)



Μοντελοποίηση Πηγών Φωνής (3/3)



α : πιθανότητα μετάβασης από την OFF στην ON

β : πιθανότητα μετάβασης από την ON στην OFF



Μοντελοποίηση Πηγών Εικόνας (1/3)

Μια πηγή εικόνας παράγει συσχετιζόμενα ATM πακέτα τα οποία σχηματίζουν μια διαδικασία αφίξεως με πολύ διαφορετικά χαρακτηριστικά από την διαδικασία αφίξεως των ATM πακέτων φωνής.

Υπάρχουν δύο τύποι συσχετίσεων:

- Συσχέτιση μικρής περιόδου.
 - Επίπεδα ομοιόμορφης δραστηριότητας
 - Μικρή **χρονική** διάρκεια των αποτελεσμάτων
- Συσχέτιση μεγάλης περιόδου
 - Ξαφνικές αλλαγές του τοπίου των εικόνων
 - Μεγάλη χρονική διάρκεια των αποτελεσμάτων



Μοντελοποίηση Πηγών Εικόνας (2/3)

Για συσχέτιση μικράς περιόδου έχουμε το παρακάτω μοντέλο, όπου μια μοναδική πηγή προσεγγίζεται με μια αναδρομική (AR – autoregressive συνάρτηση) :

$$\lambda(n) = \sum_{m=1}^M a_m \cdot \lambda(n - m) + b \cdot w(n)$$

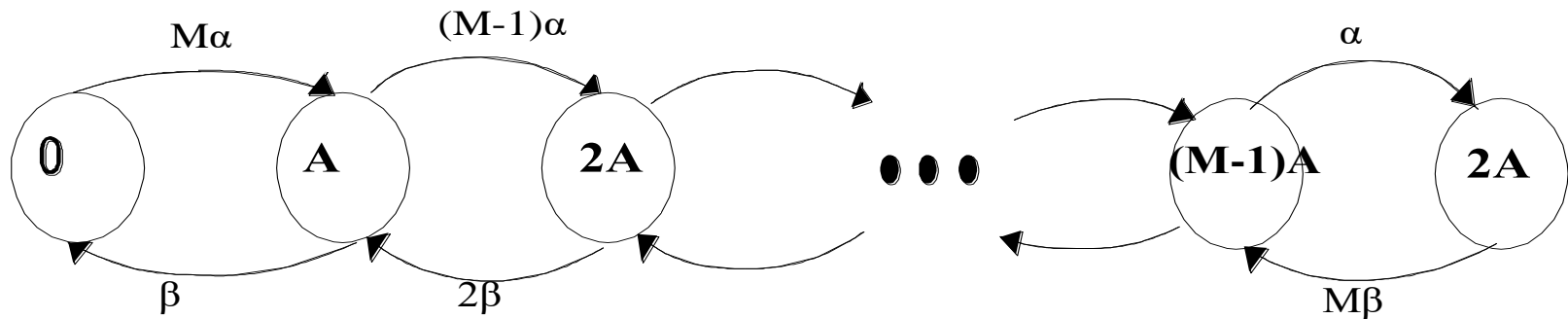
Το μοντέλο 1^{ης} τάξης ($M=1$) έχει επίσης καλά αποτελέσματα

$$\lambda(n) = a_1 \cdot \lambda(n - 1) + b \cdot w(n)$$

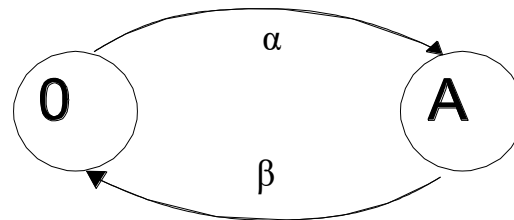


Μοντελοποίηση Πηγών Εικόνας (3/3)

Διάγραμμα μεταπτώσεως των καταστάσεων



Mini-source model



Μοντελοποίηση Ετερογενών, Υπερτεθειμένων Πηγών Κίνησης

Δύο μέθοδοι μοντελοποίησης:

- Μέθοδος της στατιστικής υπέρθεσης
- Μέθοδος της υπέρθεσης των επί μέρους μοντέλων

Πλεονεκτήματα της πρώτης μεθόδου:

- Δεν απαιτείται το μοντέλο των επί μέρους διαδικασιών
- Έχει σχετικά εύκολους υπολογισμούς
- Ο χώρος καταστάσεων για τη συνισταμένη διαδικασία δεν αυξάνει πολύ



Στατιστική Πολύπλεξη στο Επίπεδο των ATM πακέτων (1/2)

Κύρια χαρακτηριστικά της στατιστικής πολύπλεξης σε επίπεδο ATM πακέτων στα ATM δίκτυα είναι:

1. Ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης των ATM πακέτων (peak cell rate) έχει μεγάλη επίδραση στο κέρδος στατιστικής πολύπλεξης
2. Το μήκος της ριπής (burst length) επηρεάζει τη στατιστική πολύπλεξη όταν η ριπή είναι μικρότερη από το μέγεθος του buffer στην είσοδο του VP



Στατιστική Πολύπλεξη στο Επίπεδο των ATM πακέτων (2/2)

3. Μέσος ρυθμός μετάδοσης (average bit rate) είναι μια σημαντική παράμετρος για τη στατιστική πολύπλεξη, όταν ο αριθμός των πολυπλεγμένων VC συνδέσεων σε ένα VP είναι μεγάλος ή ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης σε ένα VC είναι μικρός
4. Όταν το VP bandwidth είναι σταθερό, το κέρδος στατιστικής πολύπλεξης γίνεται μεγάλο όταν πολυπλέκονται ομοιογενή VCs



Κέρδος Στατιστικής Πολύπλεξης (1/2)

- Για ένα σταθερό αριθμό χρηστών το δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιήσει λιγότερους πόρους από ότι θα χρησιμοποιούσε αν οι πόροι προσδιορίζονταν σύμφωνα με τις μέγιστες τιμές που ζητάει κάθε χρήστης
ή
- Το δίκτυο μπορεί να αυξήσει τους χρήστες που θα χρησιμοποιήσουν ένα σταθερό ποσό πόρων



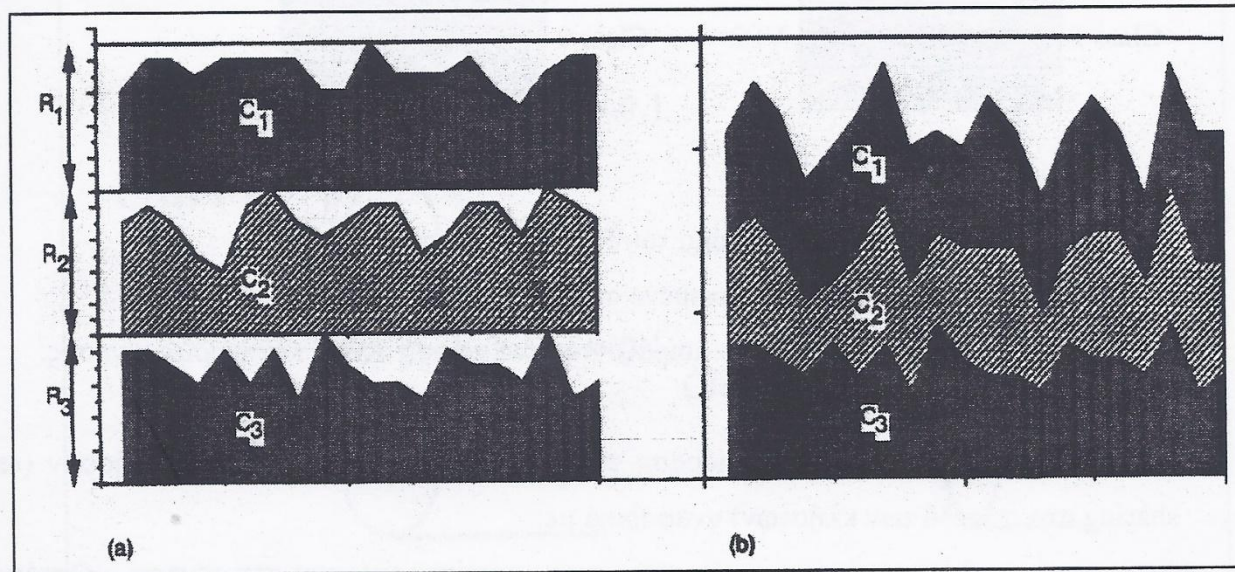
Κέρδος Στατιστικής Πολύπλεξης (2/2)

Υπολογίζοντας το κέρδος στατιστικής πολύπλεξης απαντάμε στα παρακάτω ερωτήματα:

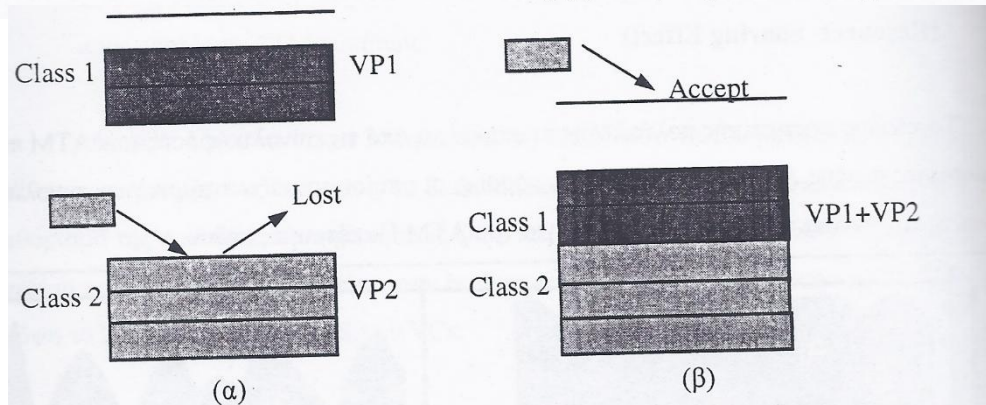
- Ποια στρατηγική των VPs μπορεί να μας δώσει ένα μεγάλο κέρδος
- Πόσο μπορούμε να μειώσουμε το κόστος επικοινωνίας χρησιμοποιώντας την κωδικοποίηση μεταβλητού ρυθμού
- Ποιες παράμετροι κίνησης είναι κατάλληλες ως τα χαρακτηριστικά κίνησης μιας πηγής



Κέρδος Στατιστικής Πολύπλεξης



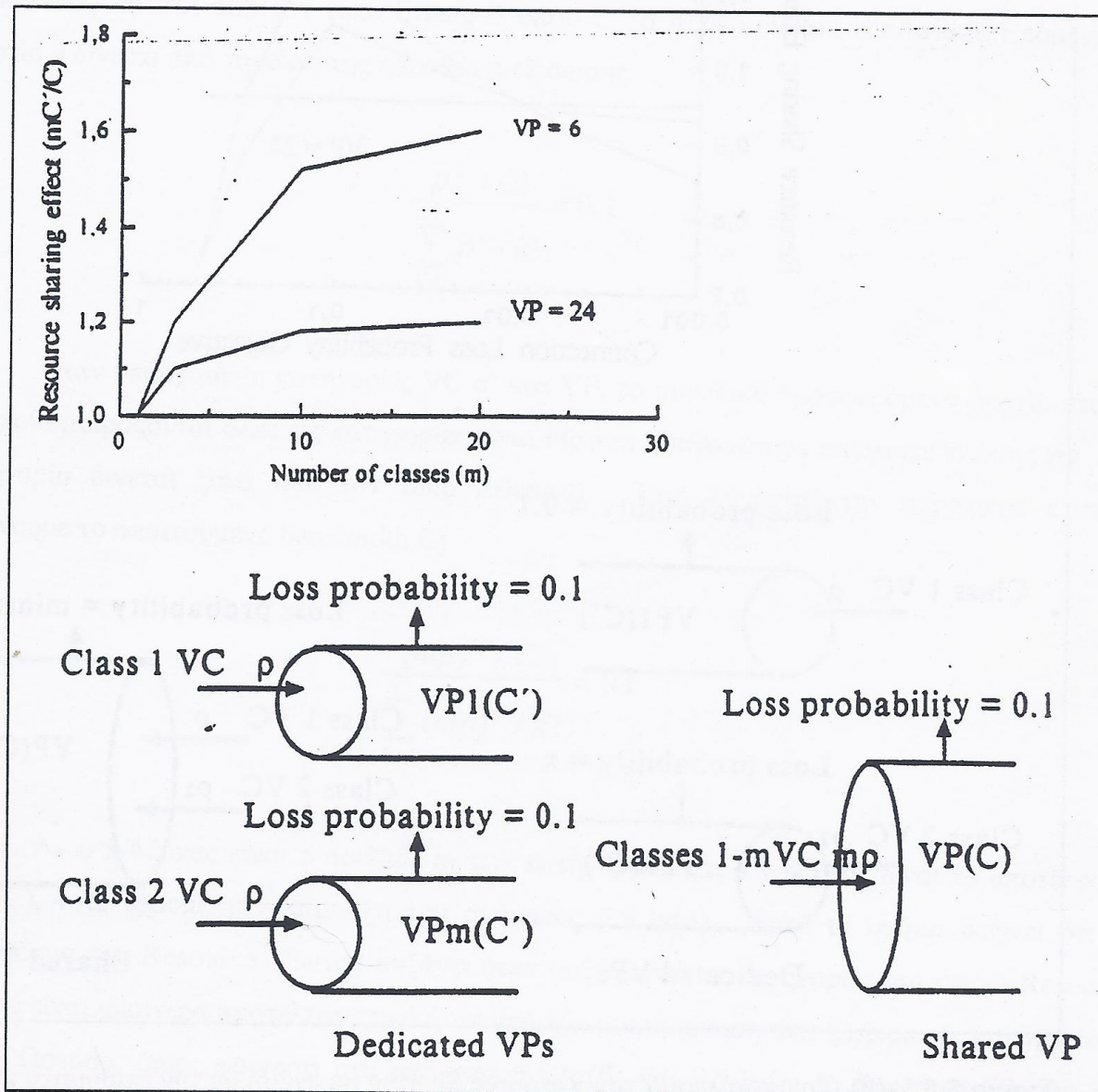
Σχήμα 5.5.1α Κέρδος στατιστικής πολύπλεξης: (α) χωρίς κέρδος στατιστικής πολύπλεξης
(β) με κέρδος στατιστικής πολύπλεξης



Σχήμα 5.5.1β Το αποτέλεσμα του Resource Sharing:

- (α) VP αφιερωμένο σε μία κατηγορία,
- (β) το VP το μοιράζονται από κοινού οι δύο κατηγορίες κίνησης

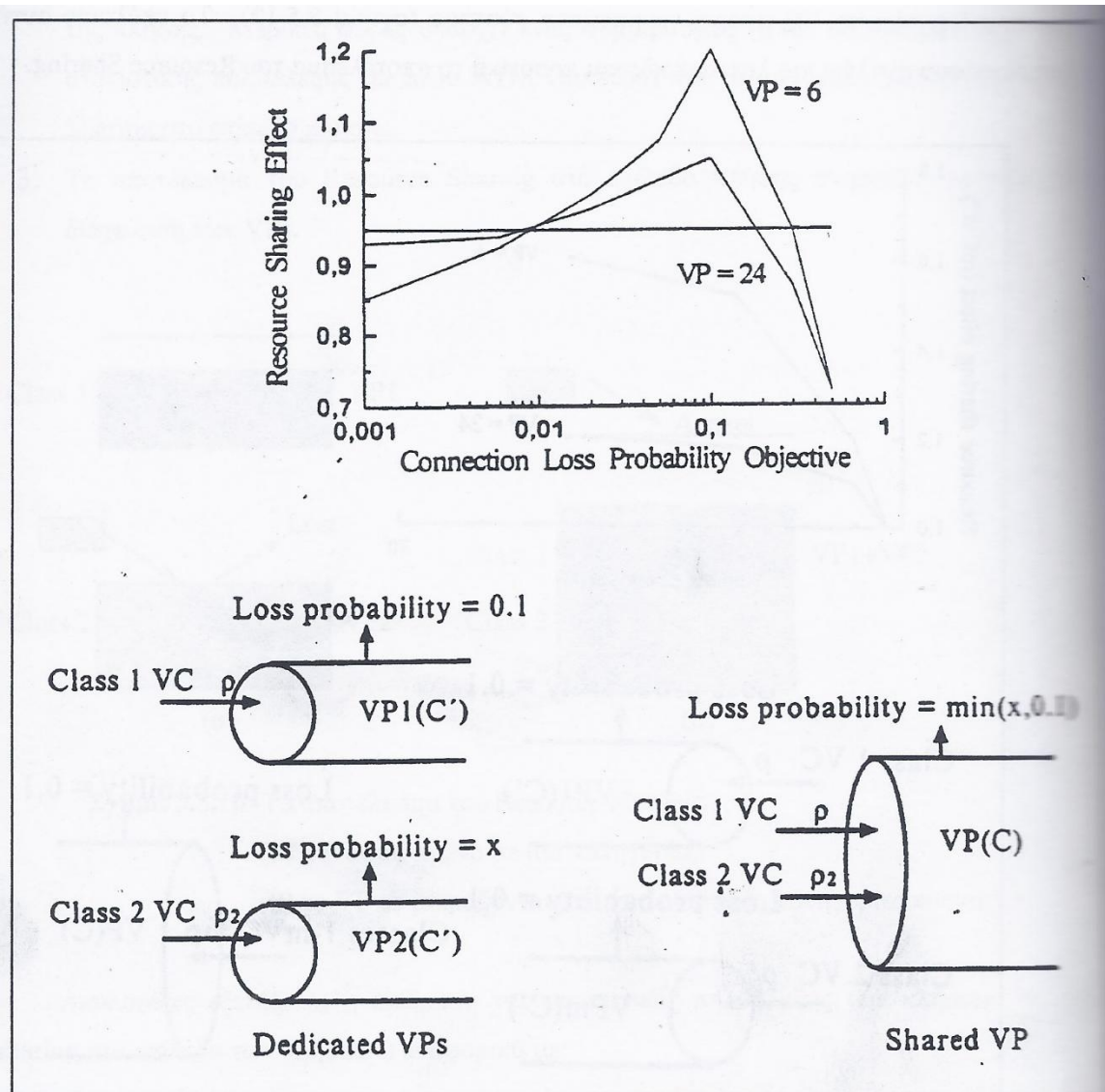
Κέρδος Στατιστικής Πολύπλεξης



Σχήμα 5.5.1γ(α) Το αποτέλεσμα του Resource Sharing σε σχέση με τον αριθμό των κατηγοριών.



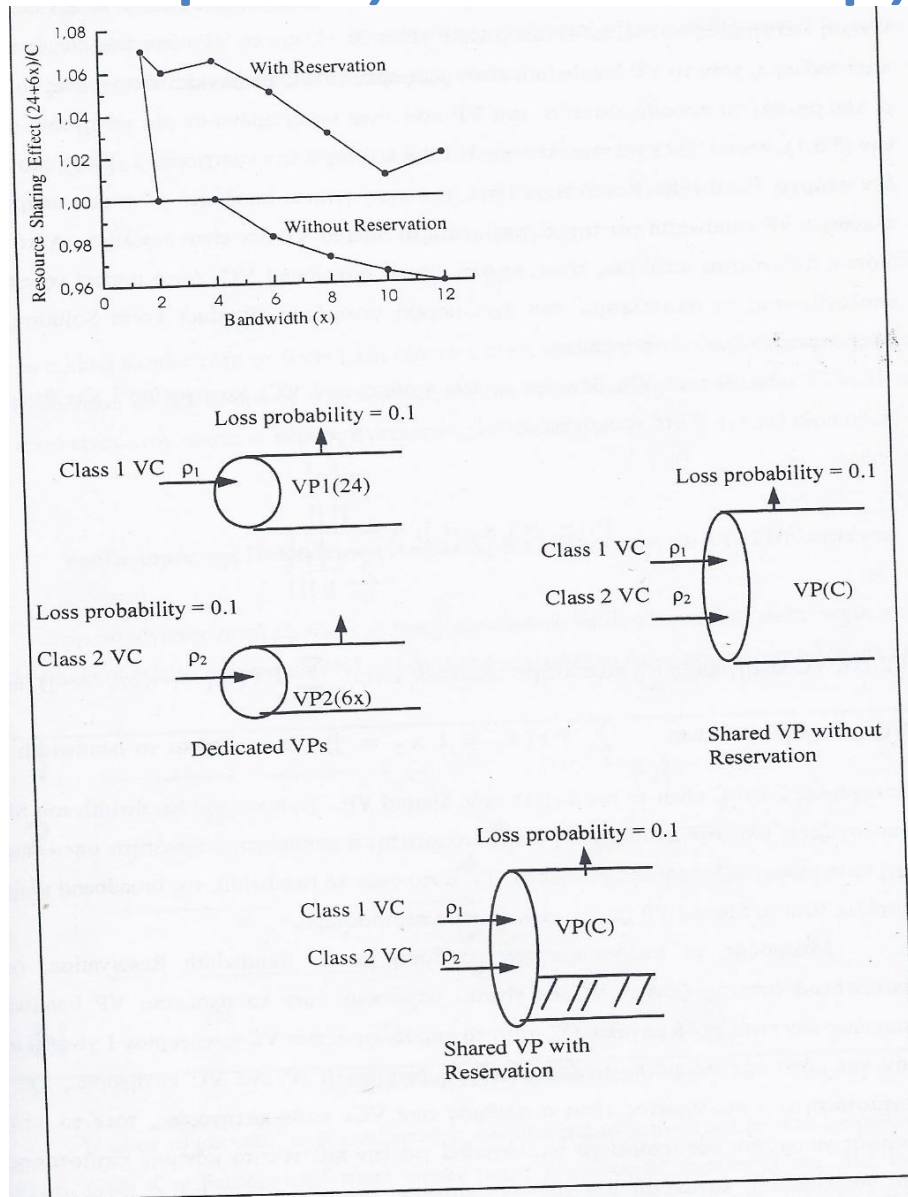
Κέρδος Στατιστικής Πολύπλεξης



Σχήμα 5.5.1γ(β) Το αποτέλεσμα του Resource Sharing σε σχέση με την επιθυμητή πιθανότητα απώλειας κλήσης



Κέρδος Στατιστικής Πολύπλεξης

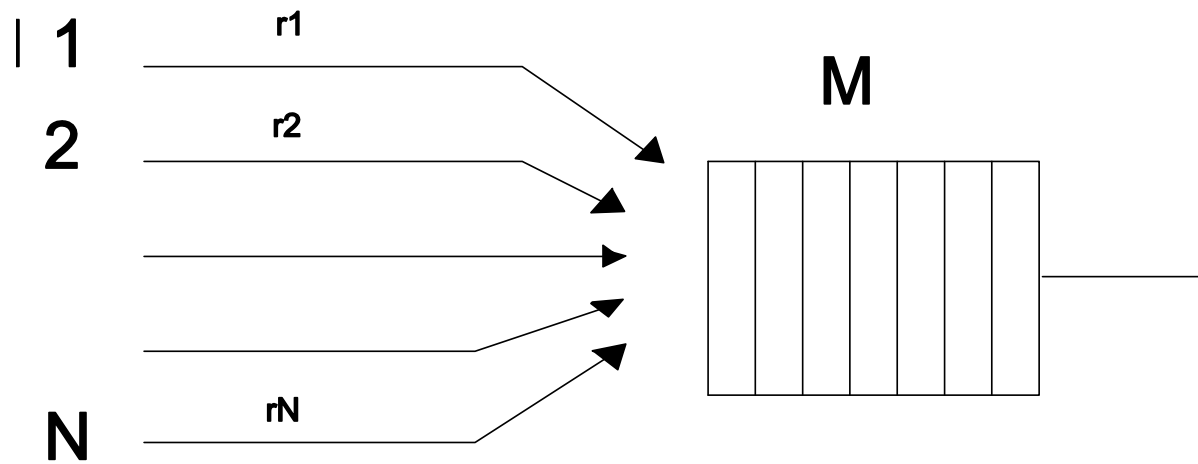


Σχήμα 5.5.1(γ) Το αποτέλεσμα του Resource Sharing ως προς το απαιτούμενο bandwidth ανά κλήση



Υπολογισμός Πιθανότητας Απώλειας ATM Πακέτων σε ATM Πολυπλέκτη (1/8)

ATM πολυπλέκτης



Υπολογισμός Πιθανότητας Απώλειας ATM Πακέτων σε ATM Πολυπλέκτη (2/8)

N : πλήθος των κλήσεων

r_n : ρυθμός μετάδοσης ATM πακέτων από μια κλήση

K : πλήθος των διαφορετικών τύπων πηγών

C : Χωρητικότητα γραμμής εξόδου

M : Χωρητικότητα του buffer

Κάθε τύπος πηγής χαρακτηρίζεται από:

1. Μέγιστο ρυθμό μετάδοσης MAX
2. Μέσο ρυθμό μετάδοσης AVG



Υπολογισμός Πιθανότητας Απώλειας ATM Πακέτων σε ATM Πολυπλέκτη (3/8)

Συνολική κίνηση των υπαρχόντων N κλήσεων:

$$R \equiv \sum_{n=1}^N r_n$$

Θεώρηση: ο μόνος λόγος για την απώλεια των ATM πακέτων είναι η υπερφόρτωση της γραμμής εξόδου, δηλ. $R > C$



Υπολογισμός Πιθανότητας Απώλειας ATM Πακέτων σε ATM Πολυπλέκτη (4/8)

Υπάρχουν οι ακόλουθες πιθανές καταστάσεις:

1. Εάν $R=X<C$ και
 - a) Ο buffer είναι άδειος, τότε παραμένει άδειος
 - b) Ο buffer δεν είναι άδειος, τότε το περιεχόμενό του ελαττώνεται με ένα σταθερό ρυθμό $C-X$
2. Εάν $R=X=C$ τότε το περιεχόμενο του buffer δεν θα αλλάξει
3. Εάν $R=X>C$ και
 - a) Ο buffer δεν είναι γεμάτος, τότε το περιεχόμενο του buffer θα αυξηθεί με ένα σταθερό ρυθμό $X-C$
 - b) Ο buffer είναι γεμάτος, τότε τα ATM πακέτα θα χάνονται με ένα σταθερό ρυθμό $X-C$



Υπολογισμός Πιθανότητας Απώλειας ATM Πακέτων σε ATM Πολυπλέκτη (5/8)

Ο αναμενόμενος ρυθμός απωλειών ATM πακέτων
δίνεται από:

$$L = \sum_{X>C} (X - C) \cdot \Pr(R = X) \cdot [1 - \Pr(m > 0 | R = X)]$$

Όπου m είναι το μέγεθος του buffer



Υπολογισμός Πιθανότητας Απώλειας ATM Πακέτων σε ATM Πολυπλέκτη (6/8)

Όταν το μήκος των burst (καταιγισμός από συνεχόμενα ATM πακέτα) των πηγών αυξάνει ενώ διατηρείται σταθερός ο μέσος και μέγιστος ρυθμός εκπομπής ATM πακέτων η χρονική αυτή υστέρηση μειώνεται έτσι ώστε να μπορεί να ισχύει η παρακάτω σχέση:

$$\lim_{nf \rightarrow \infty} \Pr(m > 0 | R = X) = 0$$

$X > C, (\text{burstlengths}) \rightarrow \infty$

Το OF ορίζεται ως:

$$OF \equiv \sum_{X > C} (X - C) \cdot \Pr(R = X)$$



Υπολογισμός Πιθανότητας Απώλειας ATM Πακέτων σε ATM Πολυπλέκτη (7/8)

Ο αναμενόμενος ρυθμός άφιξης των πακέτων δίνεται από:

$$A \equiv E[R]$$

Η πιθανότητα απωλειών ATM πακέτων δίνεται από:

$$P = \frac{L}{A}$$

Η virtual Cell Loss Probability (CLP) ορίζεται σαν:

$$PV \equiv \frac{OF}{A}$$



Υπολογισμός Πιθανότητας Απώλειας ATM Πακέτων σε ATM Πολυπλέκτη (8/8)

Υπολογισμός του αναμενόμενου ρυθμού άφιξης των πακέτων:

$$A = \sum_{n=1}^N E[r_n] = \sum_{i=1}^K N_i \cdot AVG_i$$

Το OF υπολογίζεται από:

$$OF = \sum_{n_1 + \dots + n_k \in \Omega} \left[\left(\sum_{i=1}^K n_i \cdot MAX_i - C \right) \cdot \prod_{j=1}^K \binom{N_j}{n_j} \cdot \left(\frac{AVG_j}{MAX_j} \right)^{n_j} \cdot \left(1 - \frac{AVG_j}{MAX_j} \right)^{N_j - n_j} \right]$$

Όπου Ω είναι το σύνολο των ακεραίων παραγόντων (n_1, \dots, n_k)
που ικανοποιούν στις σχέσεις:

$$0 \leq n_1 \leq N_1, \dots, 0 \leq n_k \leq N_k, \sum_{i=1}^K n_i \cdot MAX_i > C$$



Έλεγχος Συμφόρησης της Κίνησης σε ATM Δίκτυα (1/11)

Συμφόρηση προκαλείται:

- Όταν υπάρχει κάποια βλάβη στο δίκτυο
 - Ελαττωματικός κόμβος
 - Σπασμένη σύνδεση μεταξύ δύο οπτικών ινών
- Από μια απρόβλεπτη στατιστική διακύμανση της κίνησης
 - Η πηγή δεν εκπέμπει πάντα με το μέγιστο ρυθμό μετάδοσης που μπορεί

Υπάρχει η ανάγκη ύπαρξης αλγορίθμου
για τον έλεγχο της συμφόρησης.



Έλεγχος Συμφόρησης της Κίνησης σε ATM Δίκτυα (2/11)

Σε παλαιά δίκτυα δεδομένων για τον έλεγχο της συμφόρησης χρησιμοποιούνται οι μηχανισμοί που ενεργούν αφού πρώτα διαπιστωθεί συμφόρηση (Reactive control).

Οι μηχανισμοί αυτοί δεν είναι κατάλληλοι για το περιβάλλον ATM για τους παρακάτω λόγους:

1. Οι περισσότερες υπηρεσίες δεν μπορούν να ελεγχθούν.
2. Η ανάδραση είναι αργή λόγω της δραστηκής μείωσης του χρόνου μετάδοσης των ATM πακέτων.
3. Δυσκολία υλοποίησης link-by-link συστημάτων ελέγχου συμφόρησης.



Έλεγχος Συμφόρησης της Κίνησης σε ATM Δίκτυα (3/11)

Ο μηχανισμός ελέγχου συμφόρησης ενός ATM δικτύου θα πρέπει να μπορεί να εκτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Να ελέγχει την προσπέλαση των συνδρομητών στους πόρους του δικτύου (admission control)
- Να προστατεύει την QoS των συνδρομητών έναντι των στοχαστικών διακυμάνσεων του φορτίου κίνησης
- Να εξασφαλίζει ότι μια κλήση δεν θα ξεπερνά τις προσυμφωνημένες παραμέτρους κίνησης και τους αντίστοιχους κατανεμημένους πόρους του δικτύου (π.χ. εύρος ζώνης, μνήμη)



Έλεγχος Συμφόρησης της Κίνησης σε ATM Δίκτυα (4/11)

Βασικές Λειτουργίες Ελέγχου της ATM Κίνησης

Οι σκοποί του ATM επιπέδου traffic control για B-ISDN:

- Ευελιξία: θα πρέπει να υποστηρίζει μια σειρά από ATM επιπέδου QoS τάξεις συγκεκριμένες για όλες τις υπάρχουσες και μελλοντικές υπηρεσίες
- Απλότητα: ο στόχος είναι να σχεδιάζουμε απλά traffic controls επιπέδου ATM, που ελαχιστοποιούν την πολυπλοκότητα του δικτυακού εξοπλισμού, ενώ μεγιστοποιούν το βαθμό χρήσης του δικτύου
- Ευρωστία: η απαίτηση να επιτύχουμε υψηλή εκμετάλλευση των πηγών σε οποιεσδήποτε συνθήκες κίνησης, ενώ θα συνυπάρχουν οι απλές συναρτήσεις ελέγχου



Έλεγχος Συμμόρφωσης της Κίνησης σε ATM Δίκτυα (5/11)

Βασικές Λειτουργίες Ελέγχου της ATM Κίνησης

Για τη διαχείριση και έλεγχο της κίνησης στα ATM δίκτυα ορίζονται οι παρακάτω δύο συναρτήσεις:

- Έλεγχος Αποδοχής Κλήσεων (Connection Admission Control - CAC)
- Μηχανισμοί Επιτήρησης της Κίνησης του Χρήστη (Usage Parameter Control - UPC)



Έλεγχος Συμφόρησης της Κίνησης σε ATM Δίκτυα (6/11)

Έλεγχος Αποδοχής Κλήσεων

Ο έλεγχος αποδοχής κλήσεων αποφασίζει κατά πόσο θα δεχθεί ή θα απορρίψει μια νέα σύνδεση (Virtual Channel - VC).

Κατά τη διαδικασία αποκατάστασης της σύνδεσης ο «χρήστης» και το «δίκτυο» διαπραγματεύονται τα παρακάτω:

- Συγκεκριμένα όρια για το συνολικό όγκο κίνησης
- Το απαιτούμενο QoS
- Την ανοχή ώστε να συμβιβάζεται η διαφορετική καθυστέρηση των πακέτων ATM



Έλεγχος Συμμόρφωσης της Κίνησης σε ATM Δίκτυα (7/11)

Ο Αλγόριθμος του Ελέγχου Αποδοχής Κλήσεων

Ο αλγόριθμος του Ελέγχου Αποδοχής Κλήσεων έχει τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Σύνδεση κατά απαίτηση
- Σύνδεση από σημείο σε σημείο (point to point)
- Σύνδεση από σημείο σε πολλαπλό σημείο (point to multipoint)
- Λειτουργίες πολυεκπομπής (multicasting)



Έλεγχος Συμμόρφωσης της Κίνησης σε ATM Δίκτυα (8/11)

Ο Αλγόριθμος του Ελέγχου Αποδοχής Κλήσεων

- Διαπραγματεύσεις παραμέτρων QoS
- Λεπτομερής καθορισμός του εύρους των VPI/VCI
- Μηχανισμοί αποκατάστασης σφαλμάτων
- Διαδικασίες εγγραφής πελατών
- Αναγνώριση παραμέτρων από άκρο σε άκρο (end to end)



Έλεγχος Συμμόρφωσης της Κίνησης σε ATM Δίκτυα (9/11)

Usage Parameter Control

Η λειτουργία της επιτήρησης της κίνησης του χρήστη (Usage Parameter Control) θα πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω απαιτήσεις:

- Να μην υπάρχει περιορισμός των πηγών που ακολουθούν τις προσυμφωνημένες παραμέτρους κίνησης
- Να υπάρχει άμεση ανίχνευση και επέμβαση στις παραβιάσεις των προσυμφωνημένων παραμέτρων κίνησης
- Πρέπει να είναι οικονομικά αποτελεσματική άρα θα πρέπει να είναι απλή και εύκολα εφαρμόσιμη



Έλεγχος Συμφόρησης της Κίνησης σε ATM Δίκτυα (10/11)

Usage Parameter Control

Usage Parameter και Network Parameter (UPC/NPC) λέγονται οι έλεγχοι επιτήρησης του χρήστη που παρουσιάζονται στη Διασύνδεση Χρήστη-Δικτύου (UNI) και Δίκτυο Κόμβου (NNI).

Βασικά χαρακτηριστικά ιδανικού UPC/NPC αλγορίθμου:

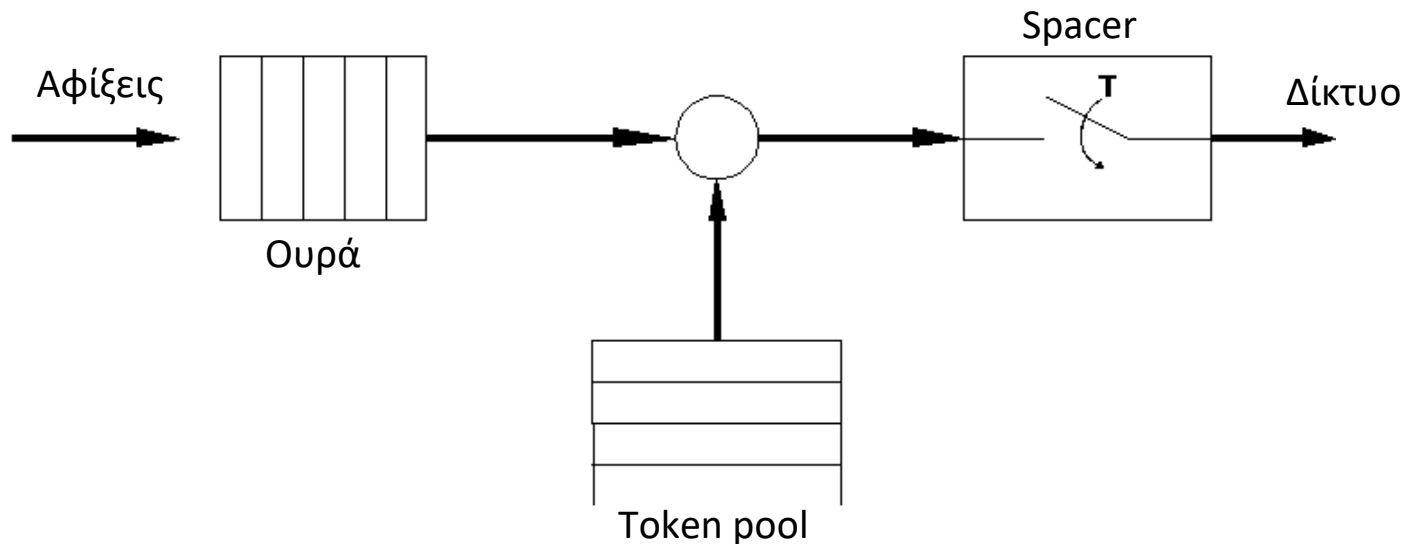
- Ικανότητα ανίχνευσης οποιασδήποτε κατάστασης παράνομης κίνησης
- Άμεση απόκριση χρόνου σε παραβιάσεις των παραμέτρων
- Ευκολία βελτίωσης



Έλεγχος Συμφόρησης της Κίνησης σε ATM Δίκτυα (11/11)

Usage Parameter Control

Η αρχή λειτουργίας του Leaky Bucket, ενός γνωστού μηχανισμού επιτήρησης της κίνησης στα ATM δίκτυα



ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ATM

ATM Service	Traffic Parameters	QoS Parameters	Flow Control
CBR	PCR, CDVT	CTD, CDV, CLR	None
VBR	PCR, CDVT, SCR, MBS	CTD, CDV, CLR	None
ABR	PCR, CDVT, MCR	CLR	Closed loop, rate-based

Service Class	Example	Congestion Control	Traffic Descriptor	QOS Parameters
CBR	Telephony	-	PCR, CDVT	CLR, max CTD, p-t-p CDV
VBR Real-time	Video service	-	PCR, SCR, MBS, CDVT	CLR, max CTD, p-t-p CDV
VBR Non Real-time	Banking transactions	-	PCR, SCR, MBS, CDVT	CLR, mean CTD
ABR	Distributed file service	Feedback	PCR, MCR	CLR
UBR	File transfer (background job)	-	PCR (optional: MDCR)	Not Specified
GFR	Internet Traffic	-	MCR, MBS, MFS, CDVT	CLR

PCR Peak Cell Rate

CDVT Cell Delay Variation Tolerance

SCR Sustainable Cell Rate

MBS Maximum Burst Size

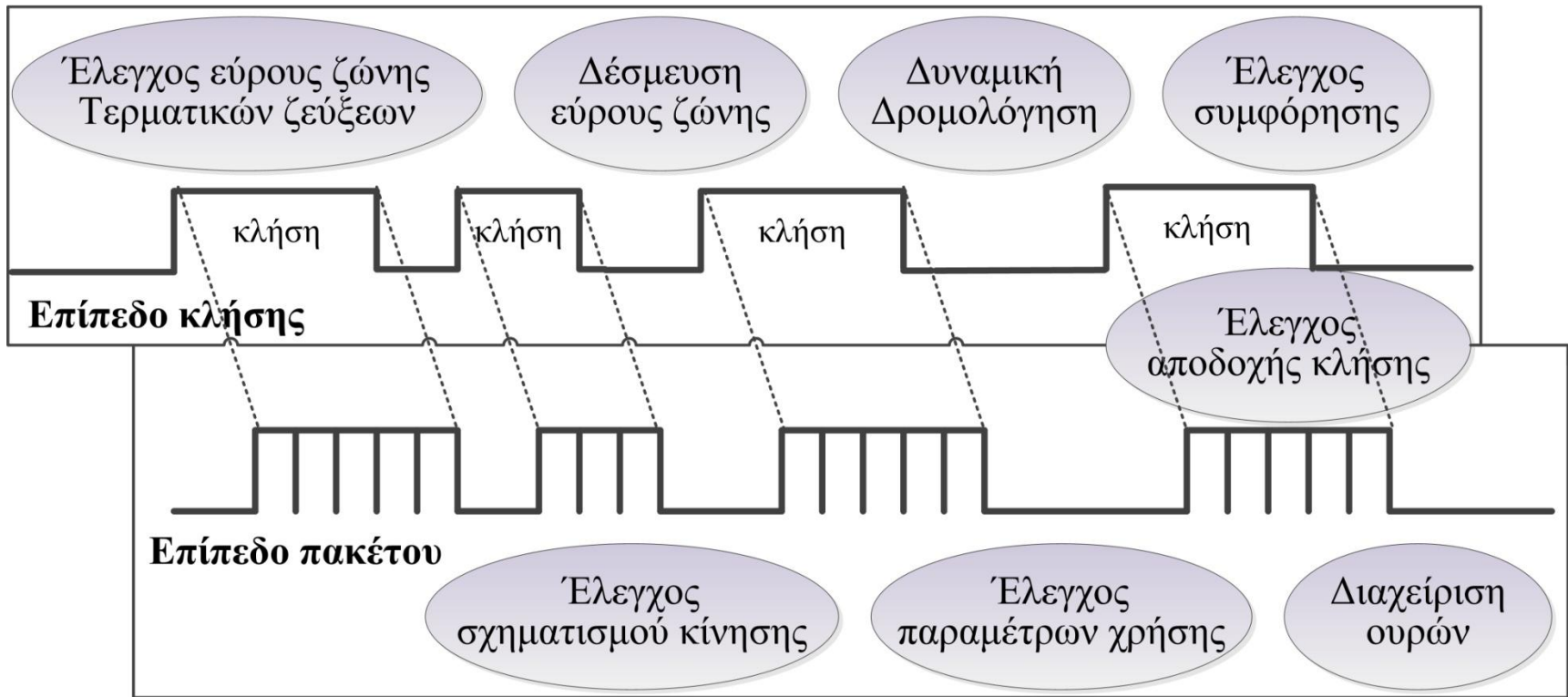
MCR Minimum Cell Rate

CTD Cell Transfer Delay

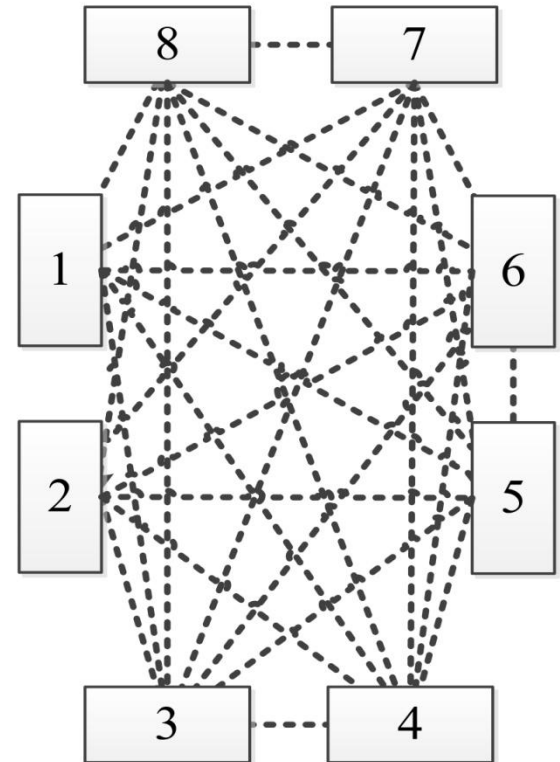
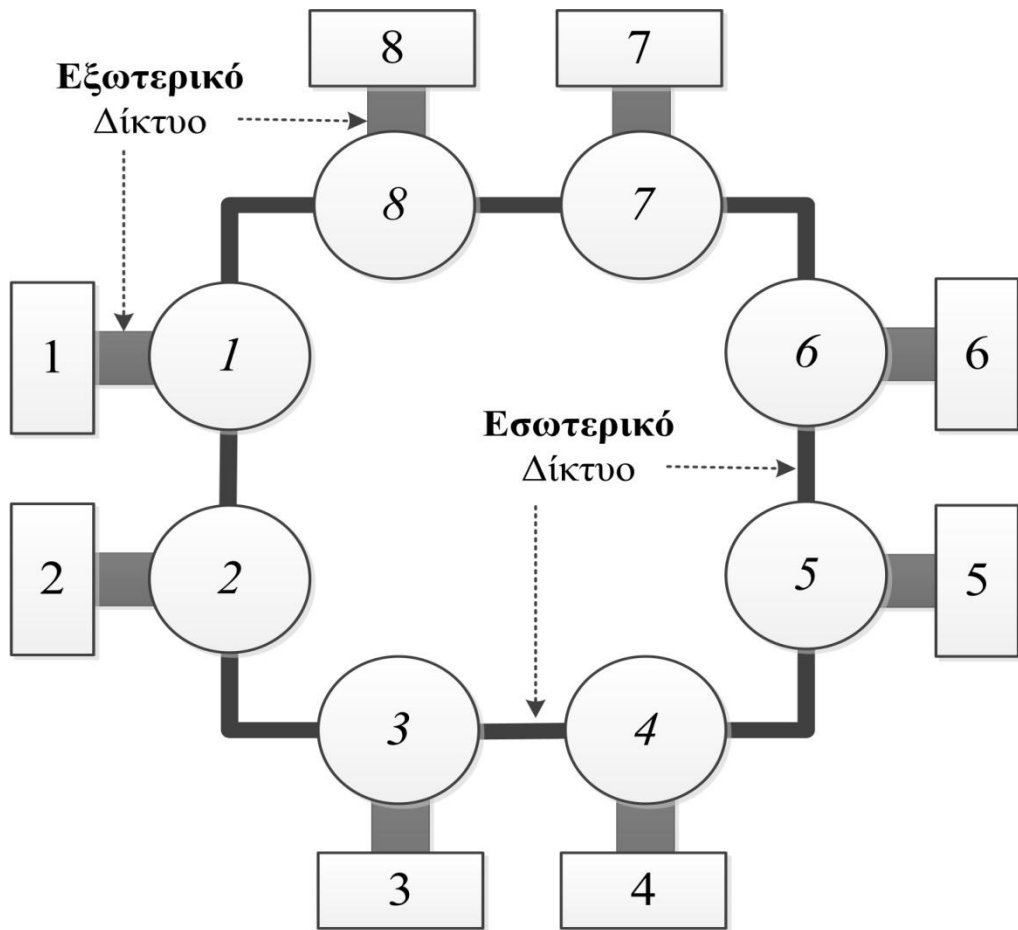
CDV Cell Delay Variation

CLR Cell Loss Ratio

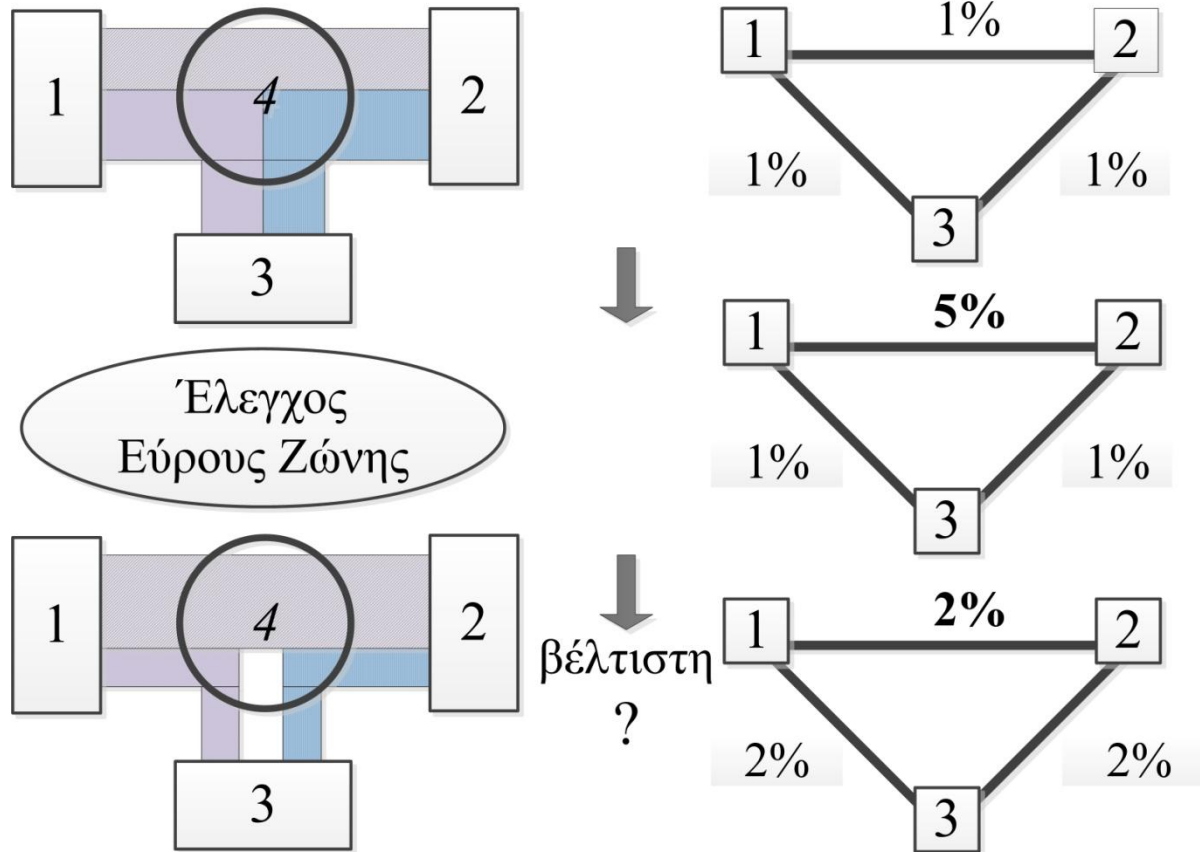
ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΕ ΑΤΜ ΔΙΚΤΥΟ - ΣΥΝΟΨΗ



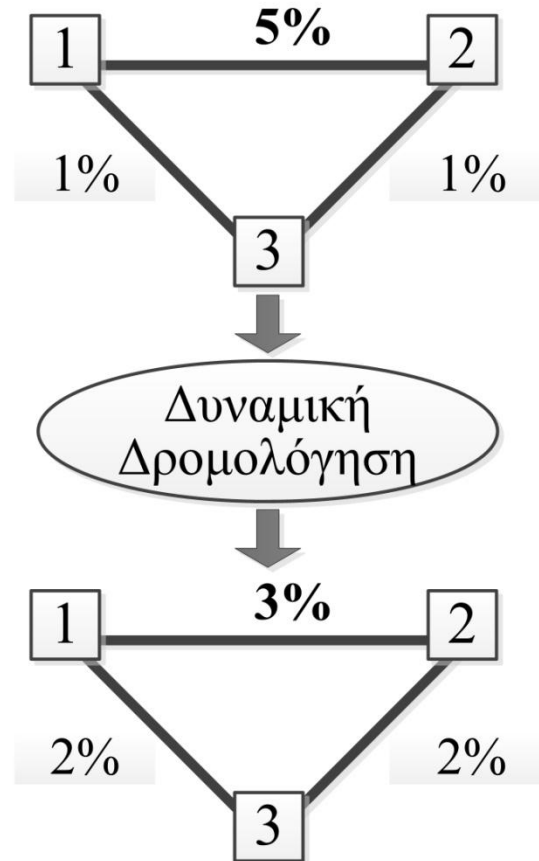
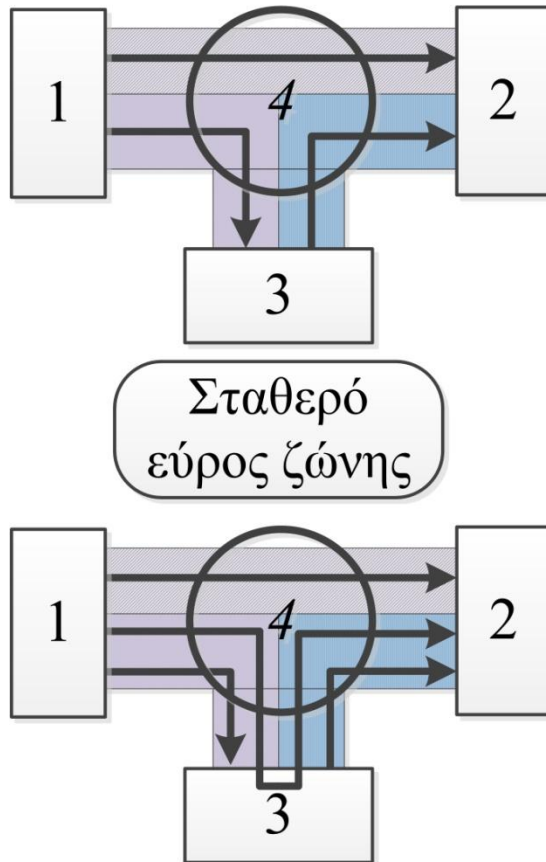
ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΩΝ ΖΕΥΞΕΩΝ



ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΩΝ ΖΕΥΞΕΩΝ



ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΕ ΑΤΜ ΔΙΚΤΥΑ



Τέλος Ενότητας

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 **1.0**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, **Μιχαήλ Λογοθέτης 2015**. «Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης, Ενότητα 5: Θέματα τηλεπικοινωνιακής κίνησης σε ATM δίκτυα». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: **σύνδεσμο μαθήματος**.



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.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Τα σχήματα στις διαφάνειες 6, 7, 11 και 20 προέρχονται από το σύγγραμμα του μαθήματος “Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα Ευρείας Ζώνης”, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Πατρών, μετά από έγγραφη άδεια του διδάσκοντα και συγγραφέα Καθ. Μ. Λογοθέτη.

