

Δίκτυα Πρόσβασης Ευρείας Ζώνης

Τεχνολογίες Μεταγωγής Κυκλώματος & Μεταγωγής Πακέτου (2ου στρώματος)



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλεπικοινωνιών

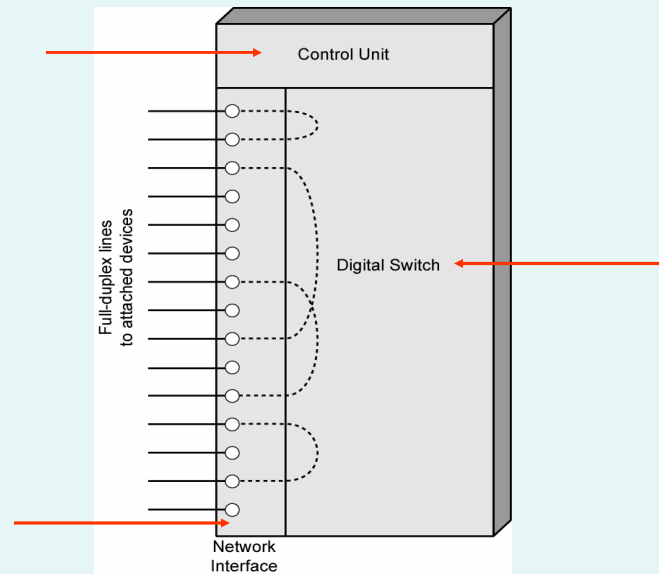
Τεχνολογίες Μεταγωγής Κυκλώματος & Μεταγωγής Πακέτου (2ου στρώματος)

Πρόσθετες ενημερωτικές σημειώσεις σχετικά με αρχιτεκτονικές μεταγωγέων



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλεπικοινωνιών

Δομικά Στοιχεία Κόμβου Μεταγωγής (I)



Οργανωδίκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Δομικά Στοιχεία Κόμβου Μεταγωγής (II)

- **Ψηφιακός Μεταγωγέας (Digital Switch)**
 - ✓ Παρέχει (διαφανώς) μονοπάτια διέλευσης του σήματος πληροφορίας μεταξύ των ακροδεκτών του (και άρα επικοινωνία συσκευών που συνδέονται στις θύρες εισόδου/εξόδου)
- **Δικτυακές Διεπαφές/Θύρες (Network Interface)**
- **Μονάδα Ελέγχου (Control Unit)**
 - ✓ Αποκατάσταση σύνδεσης
 - Ανταπόκριση σε αιτήσεις δυναμικής εγκατάστασης συνδέσεων
 - Διαχείριση εύρους ζώνης και αποτίμηση & δέσμευση πόρων ανά κλήση
 - Αποκατάσταση σύνδεσης/μονοπατιών
 - ✓ Διατήρηση σύνδεσης - Μεταφορά δεδομένων
 - ✓ Κατάργηση σύνδεσης

Οργανωδίκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

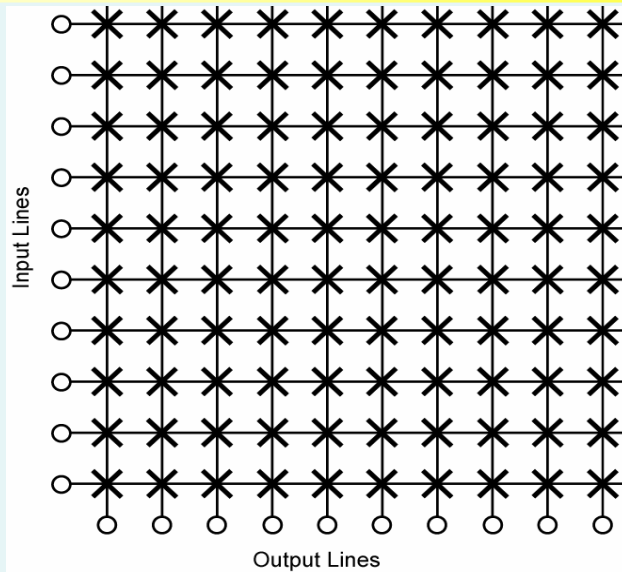
Blocking/Non-blocking Αρχιτεκτονικές

- **Blocking (Απόρριψη κλήσης)**
 - ✓ Το δίκτυο/κόμβος διαθέτει λιγότερα μονοπάτια απ'όσα μπορούν να ζητηθούν ταυτόχρονα
 - ✓ Το δίκτυο τότε θα εμφανίζει μη μηδενική πιθανότητα απόρριψης κλήσης λόγω μη επαρκών πόρων
 - ✓ Εφαρμόζεται στο τηλεφωνικό δίκτυο
 - βασιζόμενο στην κατανομή της διάρκειας και των αφίξεων των κλήσεων
- **Non-blocking**
 - ✓ Κάνει δυνατή την ταυτόχρονη διασύνδεση ταυτόχρονα όλων των συνδρομητών που συνδέονται στα άκρα του (ανά δύο)
 - ✓ Εφαρμόζεται σε δίκτυα δεδομένων

Μεταγωγή με Διαίρεση Χώρου (Space Division)

- Προέρχεται από την αρχική υλοποίηση αναλογικών κυκλωμάτων
- Παρέχει διαφορετικά φυσικά μονοπάτια (αγώγιμες συνδέσεις)
- **Βασική υλοποίηση: Crossbar switch**
 - ✓ Αριθμός «σημείων διασταύρωσης» (crosspoints) ίσος με το τετράγωνο του αριθμού εισόδων-εξόδων
 - ✓ Η έλλειψη ενός σημείου διασταύρωσης κάνει αδύνατη τη συγκεκριμένη σύνδεση
 - ✓ Μη αποδοτική χρήση των σημείων διασταύρωσης
 - Όλοι οι συνδυασμοί υλοποιούνται, ενώ εκ των πραγμάτων πολύ λίγοι χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα
 - ✓ Non-blocking

Space Division Switch



Οργανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

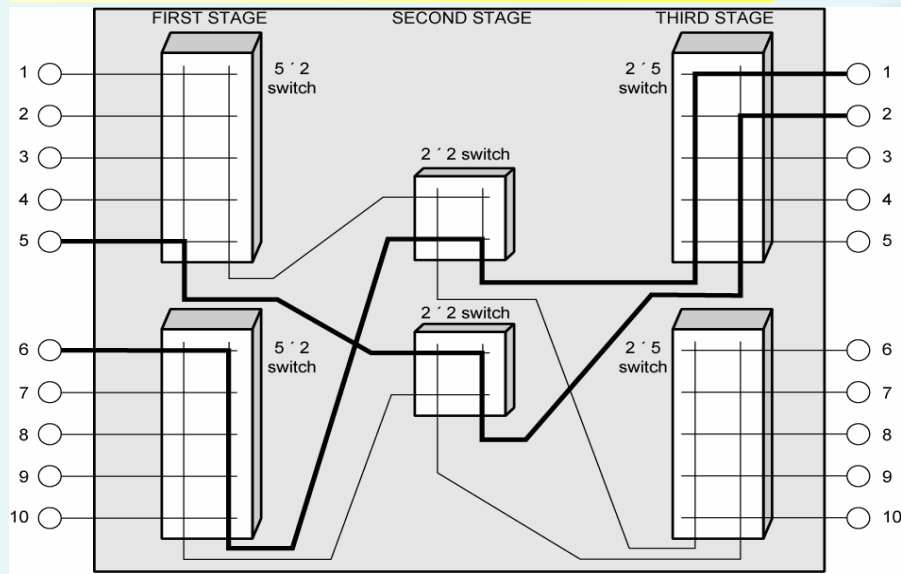
Πολυέπίπεδος Μεταγωγέας (Multistage Switch)

- Μειωμένος αριθμός «σημείων διασταύρωσης» (crosspoints)
- Πολλαπλές πιθανές διαδρομές μέσα από το δίκτυο
 - ✓ Ευρωςτία σε πιθανές βλάβες
- Περισσότερο πολύπλοκος έλεγχος
- Μπορεί να εμφανίζει πιθανότητα απόρριψης (blocking)

Οργανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Three Stage Space Division Switch



Οργανωδίκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Μεταγωγή με Διαίρεση Χρόνου (Time Division)

- Αποτελεί την πιο εξελιγμένη εκδοχή που υλοποιείται στα σύγχρονα συστήματα με «έξυπνη» κατανομή του χρόνου και του χώρου
- Οι ψηφιακές τεχνικές πολυπλεξίας με Διαίρεση Χρόνου οδήγησαν στην υλοποίηση των αποκαλούμενων «νοητών κυκλωμάτων» virtual circuits
- Ένα μονοπάτι υψηλής χωρητικότητας μπορεί να διαμοιράζεται σε (πολλαπλές ροές)

Οργανωδίκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Τεχνολογίες Μεταγωγής Κυκλώματος & Μεταγωγής Πακέτου (2ου στρώματος)

Πρόσθετες ενημερωτικές σημειώσεις σχετικά με συστήματα σηματοδότησης



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλεπικοινωνιών

Σηματοδότηση Μεταξύ Κέντρων

- Η σύνδεση των συνδρομητών γίνεται στις περισσότερες περιπτώσεις με τη μεσολάβηση πλέον του ενός κέντρων
- Το κέντρο της περιοχής του καλούντος αποκτά πρόσβαση μέσω της γραμμής κορμού
- Στέλνει το αντίστοιχο σήμα κατάληψης της γραμμής κορμού (off hook) ζητώντας την πρόσβαση για απόκτηση καταχωρητή διεύθυνσης
- Με αντίστοιχη σηματοδότηση από τον μεταγωγέα προορισμού αποστέλει τα στοιχεία

Σημεία Σηματοδοσίας στο Δίκτυο

- **Συνδρομητής προς δίκτυο**
 - ✓ Εξαρτάται από τον εξοπλισμό του χρήστη
- **Εντός του δικτύου**
 - ✓ Πιο πολύπλοκη λόγω του μεγαλύτερου πλήθους πληροφοριών που πρέπει να ελέγχονται (χρήστη και κατάσταση δικτύου)

Σηματοδοσία Μέσω του Καναλιού (In Channel)

- **Χρησιμοποιεί το ίδιο το κανάλι των δεδομένων και για μετάδοση μηνυμάτων σηματοδοσίας**
 - ✓ Δεν απαιτεί επιπλέον παροχές εκ μέρους του δικτύου
- **Εντός Ζώνης (Inband)**
 - ✓ Η μετάδοση μηνυμάτων σηματοδοσίας γίνεται στην ίδια περιοχή του φάσματος στην οποία μεταδίδεται και η φωνή
 - ✓ Εκτείνεται όπου φτάνει και το σήμα της φωνής
 - ✓ Αδύνατον να εξελιχθεί εάν το κανάλι φωνής παρουσιάζει αλλοιώσεις και σφάλματα
- **Εκτός Ζώνης (Out of band)**
 - ✓ Χρησιμοποιεί το ελεύθερο μέρος των 4kHz εύρους ζώνης που αφιερώνεται στα σήματα φωνής
 - ✓ Ένα σήμα στενής ζώνης στη ζώνη των 4kHz μεταφέρει πληροφορία ελέγχου
 - ✓ Δυνατή ανεξαρτήτως της παρουσίας σημάτων φωνής
 - ✓ Πολύπλοκα ηλεκτρονικά για την αποδιαμόρφωση
 - ✓ Μικρότερο διαθέσιμο εύρος ζώνης

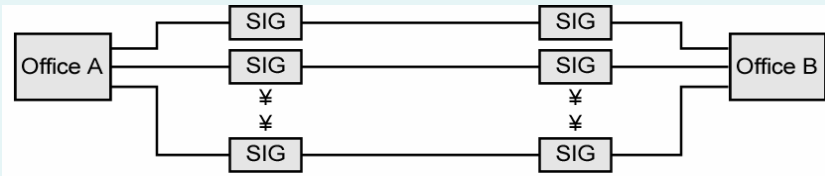
In Channel Signaling: Μειονεκτήματα

- Περιορισμένος ρυθμός μετάδοσης
- Καθυστέρηση αποκατάστασης κλήσης από τη στιγμή καταχώρησης του καλούμενου αριθμού
- Αντικαταστάτης: η μέθοδος σηματοδosis «κοινού καναλιού» (common channel signaling)

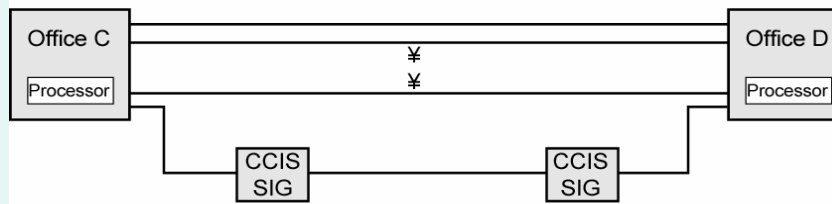
Σηματοδosis Κοινού Καναλιού (Common Channel)

- Διαφορετικό κανάλι για μετάδοση μηνυμάτων σηματοδosis από αυτό των δεδομένων
- Ένα κανάλι αφιερωμένο για σηματοδosis μεταφέρει μηνύματα σηματοδosis για πολλαπλές συνδέσεις
- Αποτελεί κοινό κανάλι ελέγχου για ταυτόχρονες συνδιαλέξεις
- Δύο παραλλαγές:
 - ✓ *Associated Mode*
 - Τα κανάλια ελέγχου υλοποιούνται επί των ιδίων γραμμών κορμού
 - ✓ *Disassociated Mode*
 - Επιπλέον κόμβοι υφίστανται για τη μεταγωγή δεδομένων σηματοδosis (signal transfer points)
 - Στην πράξη δύο υπερκείμενα δίκτυα

Common v. In Channel Signaling



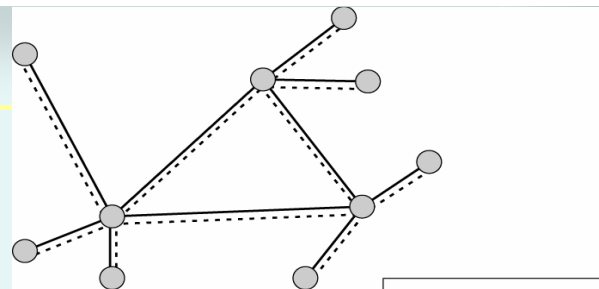
(a) Inchannel



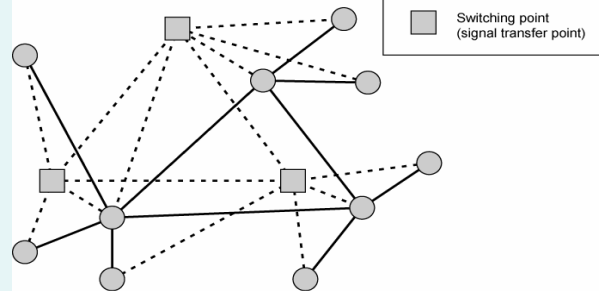
(b) Common channel

CCIS SIG: Common-channel interoffice signaling equipment
SIG: Per-trunk signaling equipment

Παραλλαγές Σηματοδοσίας Κοινού Καναλιού (Common Channel Signaling Modes)



(a) Associated



(b) Disassociated

Εκδόσεις Συστημάτων Σηματοδοσίας

- **SS1 - SS5 : Αναλογική μεταγωγή κυκλώματος**
- **SS6 : Το πρώτο ψηφιακό σύστημα**
 - ✓ Χωρίς δομή και διάκριση σε επίπεδα (όλοι οι κόμβοι έχουν την ίδια λειτουργικότητα)
 - ✓ Πλήρης διασύνδεση (*Full mesh*) με νοητά κυκλώματα 2400 b/s
- **SS7 : Εισάγει την έννοια του εφυσού δικτύου**
 - ✓ Ψηφιακές ζεύξεις (και δορυφορικές)
 - ✓ Διαστρωματωμένη αρχιτεκτονική (κατά OSI)
 - ✓ Υποστηρίζει Ευφυή Δίκτυα και Υπηρεσίες
 - Υπέρβαση της συσχέτισης αριθμοδότησης/γεωγραφικής θέσης (800)
 - CLIP (Calling Line Identification Presentation), Call forwarding, Conference calls,...
 - Φορητότητα αριθμών
 - Επιλογή φορέα
 - Κινητότητα, περιαγωγή
- **IP ???**

Σηματοδοσία SS7 (Signaling System Number 7)

- **Σηματοδοσία Κοινού Καναλιού**
- **Εφαρμόζεται στο ISDN**
- **Προσαρμοσμένη ιδανικά στο ψηφιακό δίκτυο των 64K**
- **Λειτουργίες:**
 - ✓ Ελέγχου κλήσης (*Call control*),
 - ✓ Απομακρυσμένου ελέγχου (*remote control*),
 - ✓ Διαχείρισης/συντήρησης (*management/maintenance*)
- **Παρέχει αξιόπιστο τρόπο μεταφοράς συγχρονισμένων και σε σειρά (in order) δεδομένων**
- **Λειτουργεί και σε αναλογικές γραμμές κάτω των 64K και σε σημείο-προς-σημείο επίγειες ή δορυφορικές ζεύξεις**

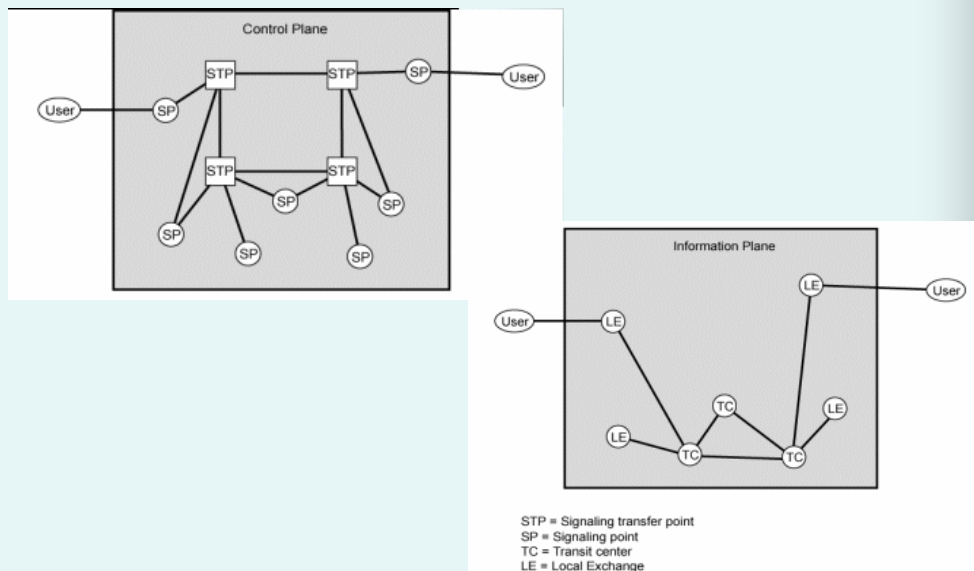
SS7 Στοιχεία Ελέγχου Δικτύου

- **Σημείο σηματοδοσίας (Signaling point -SP)**
 - ✓ Οποιοδήποτε σύστημα στο δίκτυο που μπορεί να επεξεργαστεί μηνύματα ελέγχου SS7
- **Σημείο μεταγωγής σηματοδοσίας (Signal transfer point -STP)**
 - ✓ Οποιοδήποτε σημείο σηματοδοσίας που μπορεί να δρομολογήσει μηνύματα ελέγχου SS7
- **Επίπεδο ελέγχου (Control plane)**
 - ✓ Σε αυτό κατατάσσονται οι λειτουργίες εγκατάστασης και διαχείρισης κλήσεων
- **Επίπεδο δεδομένων (Information plane)**
 - ✓ Σε αυτό κατατάσσονται οι λειτουργίες μεταφοράς δεδομένων κατόπιν επιτυχούς εγκατάστασης κλήσεων

Οργανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

SS7 Transfer Points



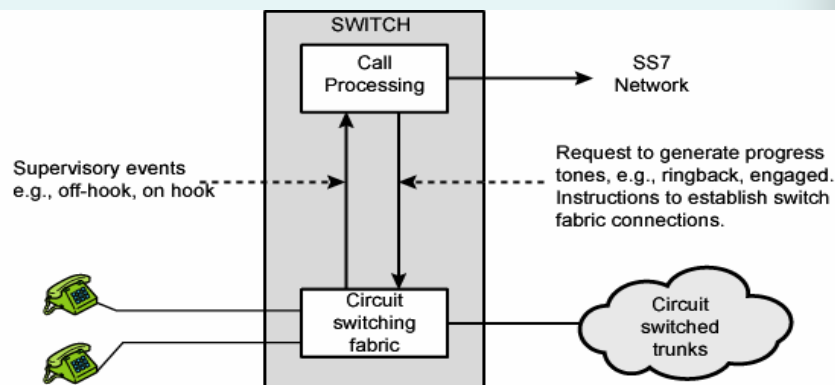
Οργανουδάκης Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

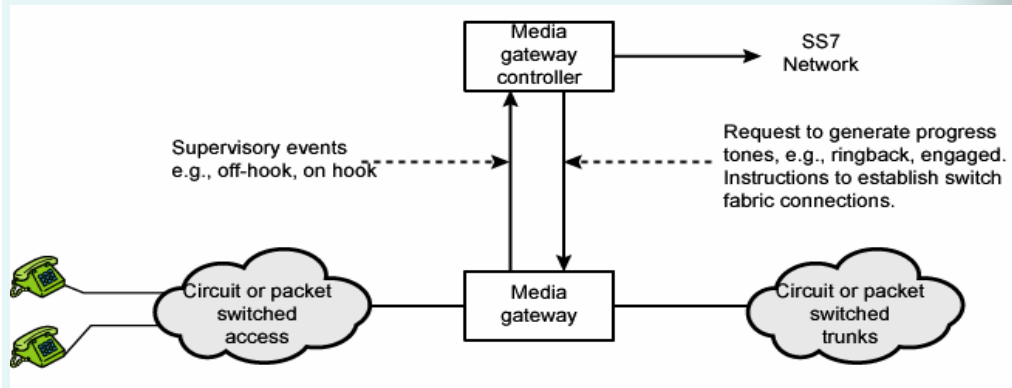
Περί Μεταγωγών Νέας Γενιάς (Softswitch)

- Βασίζονται στην «φιλοσοφία» ότι εφόσον εξελιγμένες μορφές σηματοδότησης απαιτούν επεξεργασία μηνυμάτων και πολύπλοκων πρωτοκόλλων, ένας γενικής χρήσης υπολογιστής θα μπορεί να εκτελεί και χρέη «έξυπνου» κόμβου μεταγωγής σηματοδότησης
 - ✓ Χαμηλότερο κόστος
 - ✓ Ευελιξία που επιτρέπει η υλοποίηση λογισμικού
 - Επεξεργασία πακέτων ψηφιοποιημένης φωνής
 - Συμβατότητα με τις νέες τεχνολογίες Voice over IP (VoIP)
- Το πολυπλοκότερο μέρος είναι αυτό του ελέγχου κλήσης
 - ✓ Δρομολόγηση (Call routing)
 - ✓ Επεξεργασία (Call processing)
 - ✓ Επεξεργασία με χρήση συνήθων επεξεργαστών
- Ανεξαρτητοποίηση της λογικής ελέγχου από την κυκλωματική υλοποίηση (hardware) του μεταγωγέα
- Η μεταγωγή δεδομένων στο φυσικό μέσο γίνεται σε συγκεκριμένες συσκευές/πύλες (media gateway)
- Η επεξεργασία της σηματοδότησης γίνεται σε συσκευές/πύλες ελέγχου (media gateway controller)

Παραδοσιακοί Μεταγωγείς



Νέοι Μεταγωγείς με Χρήση Λογισμικού (Softswitch)



Οργανωδίας Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Τεχνολογίες Μεταγωγής Κυκλώματος & Μεταγωγής Πακέτου (2ου στρώματος)

Πρόσθετες ενημερωτικές σημειώσεις σχετικά με αρχιτεκτονικές μεταγωγής πακέτου



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τηλεπικοινωνιών

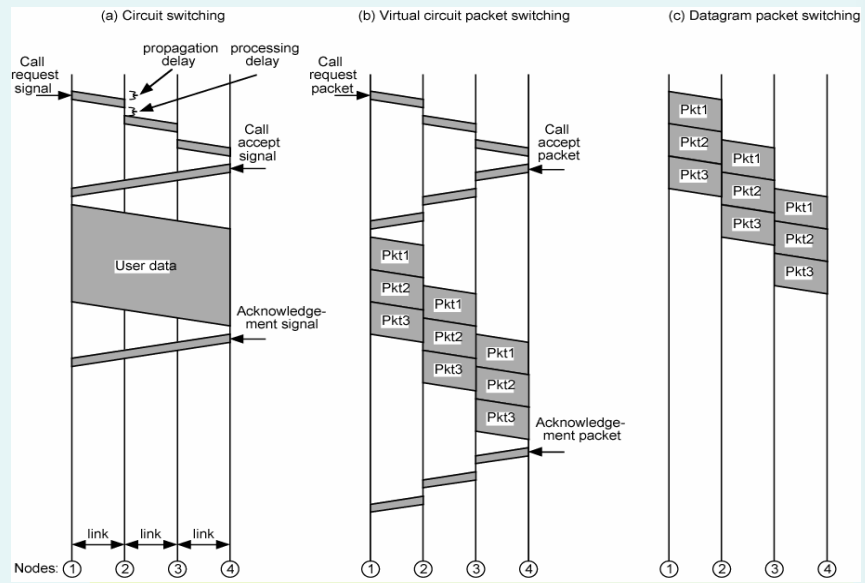
Σύγκριση: Νοητά Κυκλώματα - Δεδομενογράμματα

- **Νοητά κυκλώματα**
 - ✓ Το δίκτυο παρέχει αρίθμηση, παράδοση σε σειρά και έλεγχο σφαλμάτων
 - ✓ Η δρομολόγηση πακέτων γίνεται ταχύτερα
 - Δεν απαιτούνται αποφάσεις δρομολόγησης με τη διέλευση κάθε διερχόμενου πακέτου δεδομένων
 - ✓ Λιγότερο εύρρωση
 - Απώλεια ενός κόμβου προκαλεί κατάρρευση όλων των συνδέσεων που διέρχονται μέσω αυτού
- **Datagram**
 - ✓ Δεν απαιτεί εγκατάσταση σύνδεσης
 - Απλούστερη διαδικασία ιδιαίτερα για μικρό αριθμό πακέτων
 - ✓ Περισσότερο εύρρωση και ευέλικτη τεχνική
 - Με κατάλληλους μηχανισμούς δρομολόγησης μπορεί να αποφευχθεί η συμφόρηση σε κάποιες διαδρομές και ανάνηψη από απώλεια κόμβων

Σύγκριση: Μεταγωγή Κυκλώματος - Πακέτου

- **Κριτήρια επιδόσεων**
 - ✓ Καθυστέρηση διάδοσης (*Propagation delay*)
 - ✓ Καθυστέρηση μετάδοσης (*Transmission time*)
 - ✓ Καθυστέρηση στους κόμβους (*Node delay*)
 - Αναμονή (*Queuing*)
 - Επεξεργασία (*Processing*)

Παράδειγμα Χρονικής Εξέλιξης Μετάδοσης



Οργανωδής Θεοφάνης

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου