



## Μάθημα 14.2: Αρχιτεκτονική

### 14.2.1 Φυσικά μέσα

Ένα βασικό στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τη σχεδίαση ενός ΔΕΠ είναι το είδος των γραμμών επικοινωνίας που θα χρησιμοποιηθούν. Για να επιλεγεί το καταλληλότερο φυσικό μέσο, θα πρέπει να έχει καθοριστεί ο σκοπός για τον οποίο θα χρησιμοποιηθεί το ΔΕΠ. Τα φυσικά μέσα που συνδέουν τα ΔΕΠ είναι τα ακόλουθα:

- ✓ **Κανάλια επικοινωνίας Ε/Τ.** Η σειρά των καναλιών επικοινωνίας  $T$  αποτελεί το πρότυπο της βιομηχανίας τηλεπικοινωνιών των Η.Π.Α. και αφορά την ψηφιακή διασύνδεση των συστημάτων επικοινωνίας. Το αντίστοιχο πρότυπο για τη βιομηχανία τηλεπικοινωνιών της Ευρώπης είναι η σειρά των καναλιών επικοινωνίας  $E$ . Αυτές οι σειρές καναλιών επικοινωνίας έχουν ιεραρχική δομή, η οποία καθορίζεται από τις συστάσεις της ψηφιακής μετάδοσης και της πολυπλεξίας δεδομένων. Για παράδειγμα, η σειρά  $T$  προσφέρει ταχύτητες από 1.544 Mbps (κύκλωμα  $T1$ ) έως 274.176 Mbps (κύκλωμα  $T4$ ). Η σειρά  $E$  προσφέρει ταχύτητες από 2.048 Mbps (κύκλωμα  $E1$ ) έως 565.148 Mbps (κύκλωμα  $E5$ ).
- ✓ **Συγχρονισμένο οπτικό δίκτυο (SONET: Synchronous Optical NETwork).** Το SONET έχει γίνει αποδεκτό ως πρότυπο από τον οργανισμό ANSI για την οπτική μετάδοση δεδομένων με ρυθμούς μετάδοσης της τάξης των Gbps (1 Gbps =  $10^9$  bps). Αν και η τεχνολογία που καθορίζει το πρότυπο SONET δεν έχει πλήρως αναπτυχθεί, ωστόσο είναι διαθέσιμη στο εμπόριο και έχει υλοποιηθεί στις μεγαλύτερες πόλεις του κόσμου. Πολλές τηλεπικοινωνιακές εταιρείες, για να μεταδώσουν δεδομένα με ρυθμούς μετάδοσης έως και 622 Mbps, χρησιμοποιούν κυκλώματα τεχνολογίας SONET. Μ' αυτούς τους ρυθμούς μετάδοσης είναι φανερό γιατί πλέον οι τηλεπικοινωνιακές εταιρείες, στις περισσότερες περιοχές, χρησιμοποιούν οπτικές ίνες για την υλοποίηση των ΔΕΠ.
- ✓ **Δορυφορικές συνδέσεις.** Ο συνδυασμός των επιτευγμάτων της τεχνολογίας έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μικρότερων, ισχυρότερων και οικονομικότερων συστημάτων — εξοπλισμένων με δορυφορικές κεραίες (VSAT: Very Small Aperture Terminals) — τα οποία, σε πολλές περιπτώσεις, προσφέρουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και ευελιξία από τις επίγειες μισθωμένες γραμμές, συμπεριλαμβανομένων και των συστημάτων μετάδοσης μέσω οπτικής ίνας. Σήμερα έχουν υλοποιηθεί αρκετές δορυφορικές εγκαταστάσεις, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις διασύνδεσης απομακρυσμένων περιοχών. Το κόστος του απαιτούμενου ειδικού εξοπλισμού (σταθμοί VSAT) και των δορυφορικών συνδέσεων έχει αποδειχθεί συγκρίσιμο με άλλες εναλλακτικές λύσεις (επίγειες καλωδιώσεις), ιδιαίτερα όταν πρέπει να καλυφθούν πολύ μεγάλες αποστάσεις. Σημειώνεται ότι οι δορυφορικές συνδέσεις χρησιμοποιούνται υποχρεωτικά, όταν οι επίγειες φυσικές συνδέσεις δεν είναι εφικτές ή όταν τα παραδοσιακά μέσα μετάδοσης παρέχουν υπηρεσίες χαμηλής ποιότητας. Οι τυπικοί ρυθμοί μετάδοσης στα δορυφο-



ρικά κανάλια κυμαίνονται από 9.600 bps έως 1.544 Mbps και πάνω.

- ✓ **Συνδέσεις ISDN.** Ο ψηφιακός σύνδεσμος επικοινωνίας *ISDN* υποστηρίζει πολλά κανάλια μέσω της τεχνικής *TDM* (Μάθημα 3.1). Αρκετοί τύποι καναλιών αυτής της μορφής έχουν τυποποιηθεί ως εξής:

A: 4 KHz αναλογικό τηλεφωνικό κανάλι.

B: 64 Kbps ψηφιακό *PCM* κανάλι για φωνή και δεδομένα.

C: 8 ή 16 Kbps ψηφιακό κανάλι.

D: 16 Kbps ψηφιακό κανάλι για σηματοδότηση εκτός δικτύου *ISDN*.

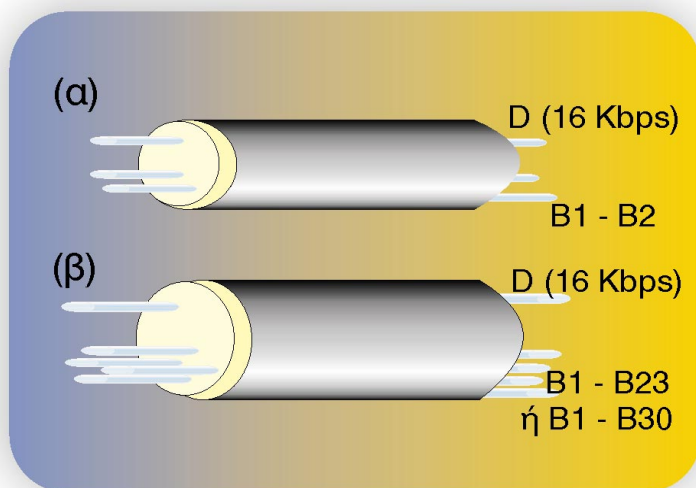
E: 64 Kbps ψηφιακό κανάλι για σηματοδότηση εκτός δικτύου *ISDN*.

H: 384, 1.536 ή 1.920 Kbps ψηφιακό κανάλι.

Παρά το γεγονός ότι είναι δυνατόν να προκύψουν πολλοί συνδυασμοί, η *CCITT* έχει τυποποιήσει μόνο τις ακόλουθες τρεις περιπτώσεις:

- κανάλια **βασικού ρυθμού** (*basic rate*):  $2B + D$ ,
- κανάλια **πρωτεύοντος ρυθμού** (*primary rate*):  $23B + D$  (Η.Π.Α. και Ιαπωνία),  $30B + D$  (Ευρώπη),
- **υβριδικά κανάλια**:  $1A + 1C$ .

Η διεπαφή βασικού ρυθμού πρόσβασης αφορά οικιακή χρήση ή μικρές επιχειρήσεις (σχήμα 14.2α). Καθένα από τα 64 Kbps B κανάλια μπορεί να χειριστεί ένα *PCM* κανάλι φωνής (δειγματοληψία 8 δυαδικών ψηφίων, 8.000 φορές ανά δευτερόλεπτο). Η σηματοδότηση γίνεται από το ξεχωριστό 16 Kbps D κανάλι, έτσι ώστε όλη η χωρητικότητα των 64 Kbps να είναι διαθέσιμη στο χρήστη. Αυτή η περίπτωση σύνδεσης αναφέρεται ως *N-ISDN* (*Narrowband*



Σχήμα 14.2: Κανάλια βασικού (α) και πρωτεύοντος (β) ρυθμού



Με τη χρήση του *ISDN* μπορούν να μεταδοθούν ταυτόχρονα φωνή και δεδομένα μέσω της ίδιας φυσικής σύνδεσης. Το *ISDN* είναι διαθέσιμο στην αγορά σε δύο είδη: **βασικού ρυθμού** (*basic rate*) και **πρωτεύοντος ρυθμού** (*primary rate*).

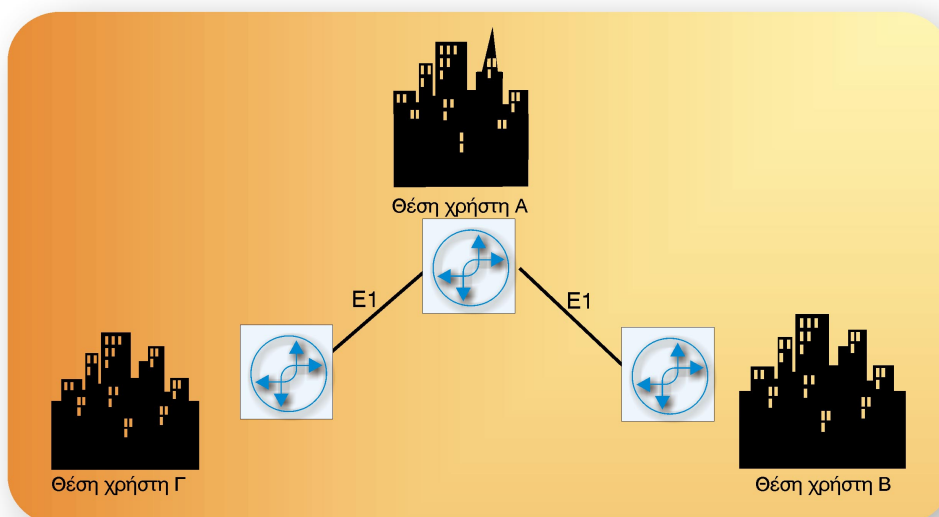


*ISDN*) και αποτελεί επέκταση του κλασικού τηλεφωνικού δικτύου. Η διεπαφή πρωτεύοντος ρυθμού πρόσβασης (σχήμα 14.2β) αφορά συνδέσεις για χρήση μεγαλύτερης χωρητικότητας, όπως είναι για παράδειγμα οι περιπτώσεις εταιρειών με μεγάλα ψηφιακά τηλεφωνικά κέντρα (*PBX: Private Branch Exchange*). Διαθέτει 30B κανάλια και 1D κανάλι στην Ευρώπη και 23B κανάλια και 1D κανάλι στις Η.Π.Α. και την Ιαπωνία. Η επιλογή 30B + D έγινε για να επιτραπεί στο *ISDN* να ενσωματωθεί στο ευρωπαϊκό σύστημα της *CCITT* των 2.048 Mbps, ενώ η επιλογή 23B + D έγινε προκειμένου το *ISDN* να ενσωματωθεί στο σύστημα *T1* της *AT&T*. Τα δύο επιπλέον κανάλια του 32B + D συστήματος χρησιμοποιούνται για συντήρηση.

### 14.2.2 Τοπολογίες

Η τοπολογία, όπως έχει ήδη αναφερθεί, περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο είναι τοποθετημένα στο χώρο τα στοιχεία ενός δικτύου. Υπάρχει μεγάλος αριθμός διαθεσικών τοπολογιών, με διαφορετική **δυνατότητα επέκτασης** (*scalability*) της καθεμιάς και διαφορετική σχέση κόστους - απόδοσης. Οι περισσότερες μορφές τοπολογιών εξετάστηκαν με λεπτομέρεια στα Μαθήματα 4.2 και 7.3. Εδώ θα παρουσιαστούν οι σημαντικότερες από αυτές που χρησιμοποιούνται στα ΔΕΠ και θα σχολιαστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους:

- ✓ **Τοπολογία ομότιμου δικτύου** (*peer-to-peer network topology*). Η τοπολογία αυτής της μορφής αποτελεί τον απλούστερο τρόπο διασύνδεσης ενός μικρού αριθμού κόμβων και συχνά είναι η μόνη εφικτή λύση για τα ΔΕΠ. Πρόκειται για δίκτυο συνδέσεων σημείου προς σημείο (σχήμα 14.3), στο οποίο όλοι οι κόμβοι έχουν τις ίδιες δυνατότητες, και μπορεί να κατασκευαστεί χρησιμοποιώ-



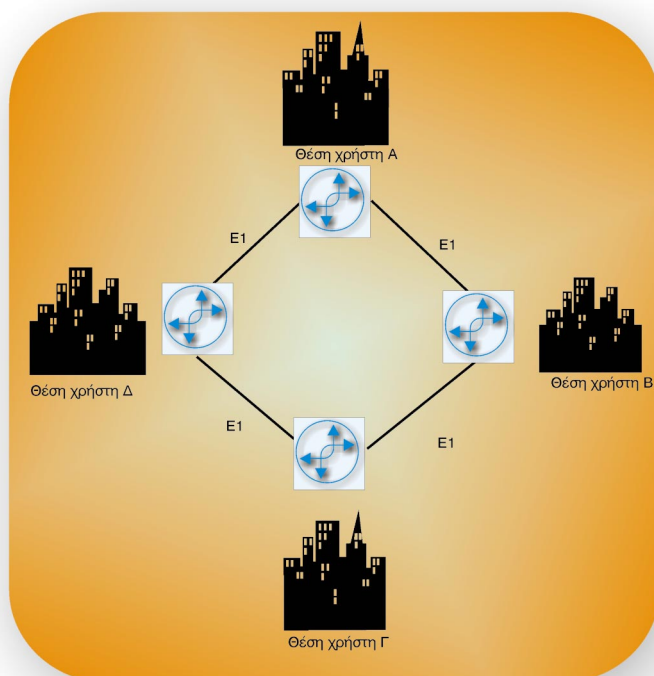
Σχήμα 14.3: Τοπολογία ομότιμου δικτύου



ντας μισθωμένες ιδιωτικές γραμμές.

Όμως τα ομότιμα ΔΕΠ έχουν δύο βασικούς περιορισμούς. Ο πρώτος είναι ότι δεν έχουν μεγάλη δυνατότητα επέκτασης. Για παράδειγμα, όταν προστίθενται επιπλέον κόμβοι σε ένα ομότιμο ΔΕΠ, ο αριθμός των **βημάτων** (*hops*) μεταξύ οποιουδήποτε ζεύγους κόμβων είναι πιθανόν να αυξηθεί. Ο δεύτερος περιορισμός αφορά τη δυνατότητα επανακαθορισμού της διαδρομής των πακέτων μέσα στο δίκτυο σε περίπτωση που ένας κόμβος του δικτύου υποστεί βλάβη και δεν μπορεί να διαχειριστεί την κυκλοφορία. Μια τέτοια βλάβη είναι βέβαιο ότι θα αλλάξει τη ροή της κυκλοφορίας σε ένα ομότιμο ΔΕΠ. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τον όγκο της κυκλοφορίας στο δίκτυο και τη μέθοδο δρομολόγησης που εφαρμόζεται, μπορεί να προκαλέσει κατάρρευση ολόκληρου του ΔΕΠ.

- ✓ **Τοπολογία δακτυλίου.** Μια τοπολογία δακτυλίου, όπως αυτή που φαίνεται στο σχήμα 14.4, μπορεί να κατασκευαστεί αρκετά εύκολα προσθέτοντας στο ομότιμο δίκτυο του σχήματος 14.3 το δρομολογητή Δ και μία επιπλέον θύρα στους δρομολογητές Β και Γ. Η αύξηση του κόστους λόγω αυτής της προσθήκης είναι ασήμαντη, όμως το νέο σχήμα παρέχει πρόσθετες γραμμές μετάδοσης, γεγονός που δίνει στα μικρά δίκτυα τη δυνατότητα να υλοποιήσουν πρωτόκολλα **δυναμικής δρομολόγησης** (*dynamic routing*). Η δυναμική δρομολόγηση μπορεί να εντοπίζει και να αντεπεξέρχεται σε προβλήματα που αλλάζουν την κατάσταση λειτουργίας ενός ΔΕΠ.



Σχήμα 14.4: Τοπολογία δακτυλίου



Συνήθως η τοπολογία δακτυλίου χρησιμοποιείται στη διασύνδεση πολύ μικρού αριθμού κόμβων.

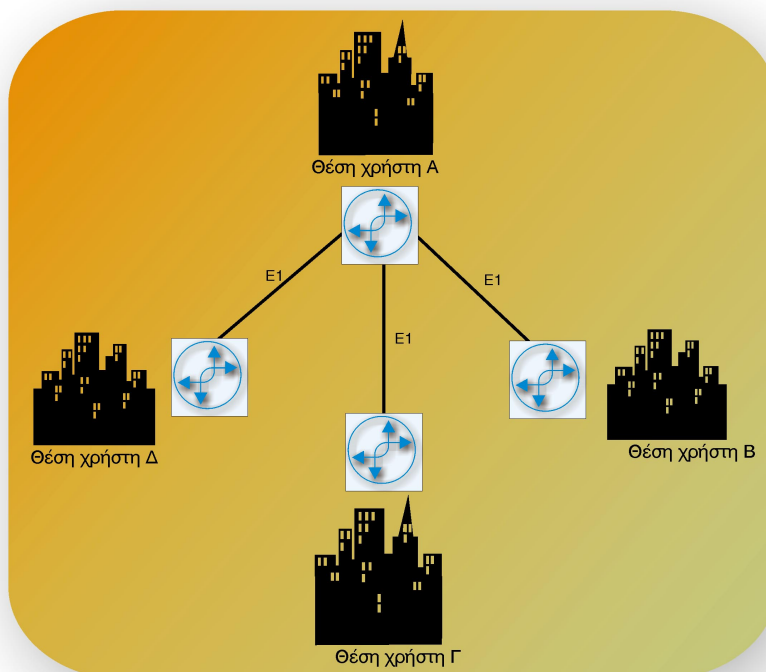


Οι δακτύλιοι των ΔΕΠ υπόκεινται σε ορισμένους βασικούς περιορισμούς. Ο πρώτος είναι ότι το κόστος εγκατάστασης εξαρτάται από τη γεωγραφική διασπορά των κόμβων του δικτύου. Για παράδειγμα, προσθέτοντας έναν επιπλέον κόμβο το κόστος του εξοπλισμού που απαιτείται για τη δημιουργία του δακτυλίου μπορεί να είναι απαγορευτικό. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι δυνατόν να εφαρμοστούν εναλλακτικές τεχνικές που μειώνουν το κόστος μετάδοσης. Ένας δεύτερος περιορισμός είναι ότι οι δακτύλιοι δεν μπορούν εύκολα να επεκταθούν. Η προσθήκη νέων κόμβων σε ένα ΔΕΠ προκαλεί αύξηση του αριθμού των βημάτων που απαιτούνται για την πρόσβαση των κόμβων στο δακτύλιο, με αποτέλεσμα την ανάγκη εγκατάστασης νέων συνδέσεων.

### Παράδειγμα I

Αν στην τοπολογία του σχήματος 14.4 προστεθεί ένας νέος κόμβος, έστω Χ, κοντά στις θέσεις Γ και Δ, τότε είναι φανερό ότι απαιτείται τερματισμός της σύνδεσης από το Γ στο Δ. Επομένως, προκειμένου να διατηρηθεί η ακεραιότητα του δακτυλίου, θα πρέπει να δημιουργηθούν δύο νέες συνδέσεις, από τις οποίες η μία να συνδέει το Γ στο Χ και η άλλη το Δ στο Χ.

- ✓ **Τοπολογία άστρου.** Μία παραλλαγή της ομότιμης τοπολογίας είναι η τοπολογία άστρου (σχήμα 14.5). Η τοπολογία αυτή (όπως και άλλες) μπορεί να κατα-



Σχήμα 14.5: Τοπολογία άστρου



σκευαστεί χρησιμοποιώντας συνδέσεις πολλών τύπων, συμπεριλαμβανομένων των συνδέσεων μεταγωγής πλαισίου και σημείου προς σημείο με μισθωμένες ιδιωτικές γραμμές.

Ένα ΔΕΠ τοπολογίας άστρου με συνδέσεις σημείου προς σημείο έχει μεγαλύτερη δυνατότητα επέκτασης από ένα ομότιμο δίκτυο ή από ένα δίκτυο δακτυλίου. Οι συσκευές που συνδέονται μεταξύ τους απέχουν, το πολύ, απόσταση δύο βημάτων.

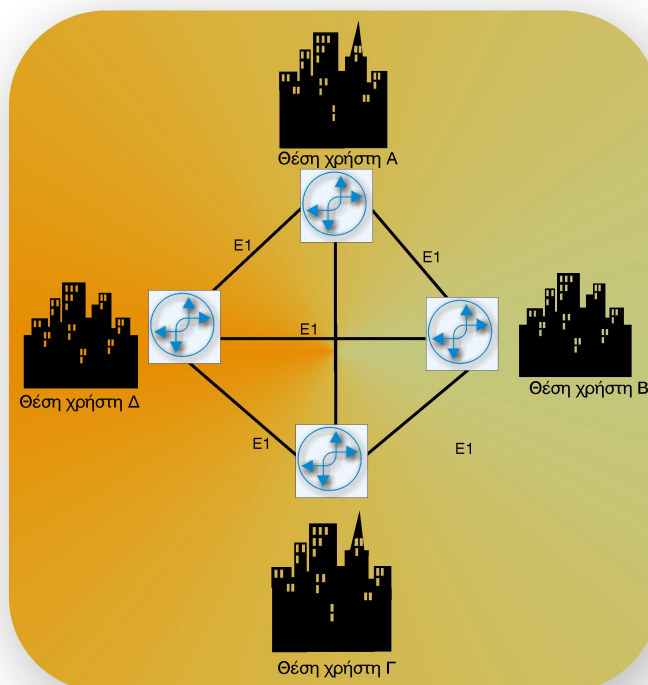
Η τοπολογία άστρου διορθώνει τα προβλήματα που έχουν σχέση με τη δυνατότητα επέκτασης των ομότιμων δικτύων, αφού χρησιμοποιεί μια δικτυακή συσκευή, που ονομάζεται **συλλέκτης - δρομολογητής** (*concentrator - router*), προκειμένου να συνδέσει όλους τους υπόλοιπους δρομολογητές. Έτσι η επέκταση ενός δικτύου τοπολογίας άστρου μπορεί να υλοποιηθεί με μια μικρή μόνο αύξηση του αριθμού των δρομολογητών, των θυρών τους και του εξοπλισμού μετάδοσης, σε αντίθεση με τον αριθμό των συσκευών που απαιτούνται για ένα ομότιμο δίκτυο ανάλογου μεγέθους.

Το μοναδικό μειονέκτημα της τοπολογίας άστρου είναι η παρουσία ενός μόνο κρίσιμου κόμβου, ο οποίος, αν πάθει βλάβη, μπορεί να διακόψει ολόκληρη την επικοινωνία στο ΔΕΠ. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 14.5, ο κεντρικός κόμβος διανομής όλων των γραμμών μετάδοσης αποτελεί και τον κρίσιμο κόμβο.

- ✓ **Πλήρως συνεκτική τοπολογία** (*full mesh topology*). Σε αντίθεση με τις τοπολογίες που αναφέρθηκαν παραπάνω, η πλήρως συνεκτική τοπολογία, γνωστή και ως **δικτυωτό** (σχήμα 14.6), προσφέρει απόλυτη αξιοπιστία και αντοχή στα λεγόμενα **καταστροφικά σφάλματα** (*fault tolerance*). Στην τοπολογία αυτή κάθε κόμβος του δικτύου διασυνδέεται με όλους τους άλλους κόμβους με απευθείας συνδέσεις. Η απευθείας σύνδεση δύο κόμβων σημαίνει ότι δε μεσολαβούν άλλοι κόμβοι του δικτύου σ' αυτήν. Τα πλήρως συνεκτικά δίκτυα μπορούν να κατασκευαστούν χρησιμοποιώντας μόνιμες συνδέσεις.

Μία πλήρως συνεκτική τοπολογία ΔΕΠ αναγνωρίζεται εύκολα από την απευθείας σύνδεση κάθε κόμβου με οποιονδήποτε άλλο κόμβο του δικτύου. Όμως η διασύνδεση ενός συγκεκριμένου αριθμού κόμβων απαιτεί υποστήριξη από περισσότερα μέσα μετάδοσης και περισσότερες θύρες δρομολογητών από οποιαδήποτε άλλη τοπολογία. Επομένως, αν και αυτή η προσέγγιση ελαχιστοποιεί τον αριθμό των βημάτων διασύνδεσης δύο κόμβων, απαιτεί ωστόσο υψηλό κόστος εγκατάστασης και είναι οριακή όσον αφορά τη δυνατότητα επέκτασής της. Ως εκ τούτου η τοπολογία αυτή αποτελεί ιδανική περίπτωση, με πολύ μικρή όμως πρακτική εφαρμογή. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή της πλήρως συνεκτικής τοπολογίας θα μπορούσε να είναι η διασύνδεση ενός περιορισμένου αριθμού δρομολογητών που απαιτούν από το δίκτυο παροχή υψηλής χωρητικότητας.



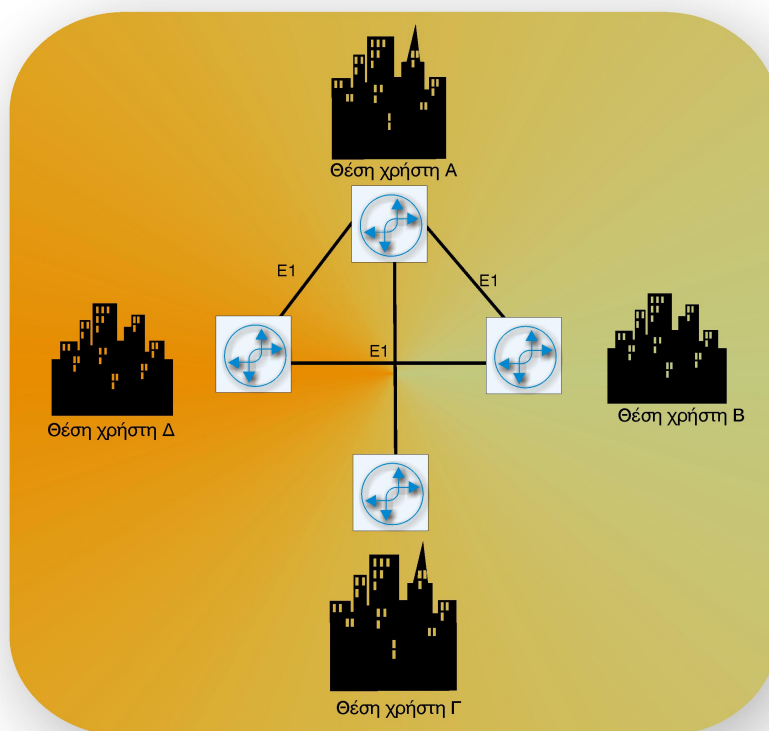


Σχήμα 14.6: Πλήρως συνεκτική τοπολογία (δικτυωτό)

- ✓ **Μερικώς συνεκτική τοπολογία.** Η μερικώς συνεκτική τοπολογία των ΔΕΠ (σχήμα 14.7) είναι πολύ ευέλικτη και μπορεί να ρυθμιστεί με διάφορους τρόπους. Στην τοπολογία αυτή κάθε κόμβος δε διασυνδέεται απαραίτητα με όλους τους άλλους κόμβους του δικτύου μέσω απευθείας συνδέσεων. Επομένως είναι δυνατόν ανάμεσα στη σύνδεση δύο κόμβων να μεσολαβούν και άλλοι κόμβοι του δικτύου.

Οι μερικώς συνεκτικές τοπολογίες έχουν τη δυνατότητα να ελαχιστοποιούν τα βήματα για όλους τους χρήστες των ΔΕΠ. Αντίθετα από τα πλήρως συνεκτικά δίκτυα, ένα μερικώς συνεκτικό δίκτυο μπορεί να μειώσει το λειτουργικό κόστος μη διασυνδέοντας τα τμήματα των ΔΕΠ με χαμηλή κυκλοφορία. Αυτό επιτρέπει σε ένα μερικώς συνεκτικό δίκτυο να έχει μεγαλύτερη δυνατότητα επέκτασης και να είναι οικονομικότερο από ένα πλήρως συνεκτικό δίκτυο.

Οι μερικώς συνεκτικές τοπολογίες οι οποίες προκύπτουν από το συνδυασμό ενός δακτυλίου και πολλών δέντρων είναι οι δημοφιλέστερες τοπολογίες για την υλοποίηση των ΔΕΠ, επειδή είναι ευέλικτες και έχουν τη δυνατότητα επέκτασης.



Μία μερικώς συνεκτική τοπολογία μπορεί να προκύψει από μία πλήρως συνεκτική τοπολογία, αν δε διασυνδεθούν εκείνα τα τμήματα του ΔΕΠ που διαθέτουν χαμηλή κυκλοφορία.

Σχήμα 14.7: Μερικώς συνεκτική τοπολογία

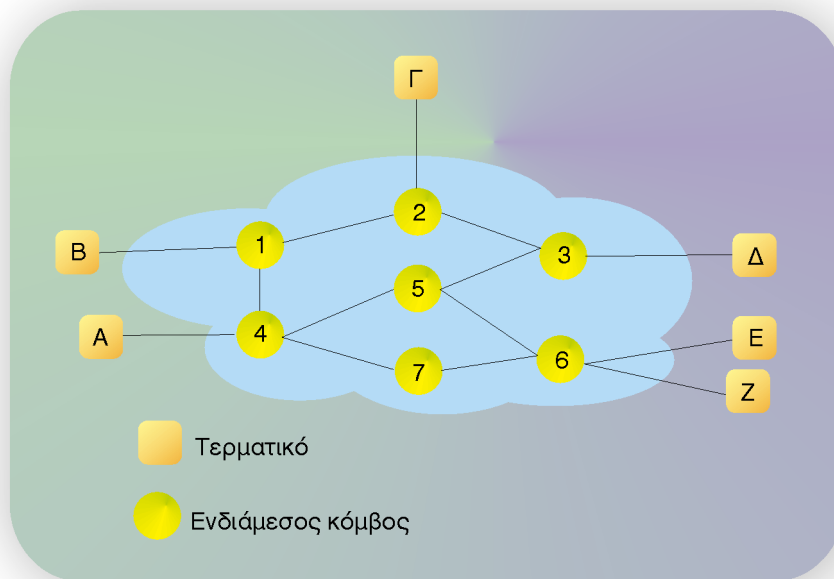
## 14.2.3 Τεχνικές μεταγωγής

Για τη μετάδοση των δεδομένων από την πηγή στον προορισμό τους χρησιμοποιούνται κατά κανόνα πολλοί ενδιάμεσοι κόμβοι. Η τεχνική αυτή της μετάδοσης της πληροφορίας από κόμβο σε κόμβο μελετήθηκε διεξοδικά στο Κεφάλαιο 6 και





ονομάστηκε μεταγωγή (*switching*), ενώ το δίκτυο που τη χρησιμοποιεί ονομάστηκε δίκτυο μεταγωγής (*switching network*). Ένα δίκτυο μεταγωγής φαίνεται στο σχήμα 14.8.



Σχήμα 14.8: Δίκτυο μεταγωγής

Οι δύο τεχνικές μεταγωγής που χρησιμοποιούνται για να επιτευχθεί η επικοινωνία ανάμεσα σε δύο κόμβους ενός ΔΕΠ είναι η μεταγωγή κυκλώματος και η μεταγωγή πακέτου. Η μεταγωγή πακέτου περιλαμβάνει δύο υποπεριπτώσεις, τη μεταγωγή πακέτου με χρήση αυτοδύναμου πακέτου (*datagram*) και τη μεταγωγή πακέτου με χρήση νοητού κυκλώματος. Η χρήση της μεταγωγής πακέτου προτιμάται στις περισσότερες περιπτώσεις των ΔΕΠ.

Ο πίνακας 14.1 παρουσιάζει συνοπτικά την αντιστοιχία όλων των χαρακτηριστικών των τεχνικών μεταγωγής. Από τον πίνακα αυτό μπορεί κανείς να διαπιστώσει ορισμένα βασικά πλεονεκτήματα όσον αφορά τη χρήση της μεταγωγής πακέτου σε σχέση με τη χρήση της μεταγωγής κυκλώματος για ΔΕΠ που μεταδίδουν κυρίως δεδομένα. Τα πλεονεκτήματα αυτά μπορούν να συνοψιστούν ως ακολούθως:

- ✓ Οι συνδέσεις μεταξύ των κόμβων μπορούν να μοιραστούν δυναμικά. Επομένως η αποδοτικότητα της γραμμής είναι πολύ καλύτερη.
- ✓ Η διασύνδεση κόμβων με διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης είναι εφικτή, αφού κάθε κόμβος συνδέεται στο δίκτυο με το ρυθμό μετάδοσης που αυτός επιλέγει και μπορεί να επιτύχει.
- ✓ Ο μεγάλος φόρτος στο δίκτυο δε συνεπάγεται απαραίτητα και απόρριψη



Αν τα πακέτα καταφθάνουν σε έναν κόμβο με ρυθμό μεγαλύτερο από αυτόν που μπορούν να μεταδοθούν, τότε κάποια θα απορριφθούν. Όμως αυτό μπορεί να αποτραπεί, αν η χρησιμοποίηση της γραμμής μετάδοσης δε φτάσει το 100%.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΕΥΡΕΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ



πακέτων αλλά μείωση της απόδοσης του δικτύου.

- ✓ Μπορεί να δοθεί προτεραιότητα μετάδοσης σε κάποια πακέτα. Αυτό σημαίνει πως, αν σε κάποιον κόμβο υπάρχουν αποθηκευμένα πακέτα τα οποία περιμένουν να μεταδοθούν, ο κόμβος μπορεί να μεταδώσει πρώτα εκείνα τα πακέτα που έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα.

Μεταγωγή κυκλώματος	Μεταγωγή πακέτου με χρήση αυτοδύναμου πακέτου	Μεταγωγή πακέτου με χρήση νοητού κυκλώματος
Αποκλειστικό μονοπάτι μετάδοσης.	Δεν υπάρχει αποκλειστικό μονοπάτι μετάδοσης.	Δεν υπάρχει αποκλειστικό μονοπάτι μετάδοσης.
Η μετάδοση δεδομένων είναι συνεχής.	Τα δεδομένα μεταδίδονται σε πακέτα.	Τα δεδομένα μεταδίδονται σε πακέτα.
Είναι ικανοποιητική για αλληλεπίδραση.	Είναι ικανοποιητική για αλληλεπίδραση.	Είναι ικανοποιητική για αλληλεπίδραση.
Τα μηνύματα που μεταδίδονται δεν αποθηκεύονται σε ενδιάμεσους κόμβους.	Τα πακέτα μπορεί να αποθηκευτούν προσωρινά σε κάποιον κόμβο.	Τα πακέτα αποθηκεύονται, μέχρι να μεταδοθούν.
Καθορισμός του μονοπατιού για ολόκληρη τη σύνδεση.	Καθορισμός μονοπατιού για κάθε πακέτο.	Καθορισμός μονοπατιού για όλα τα πακέτα.
Πιθανή καθυστέρηση στην εγκατάσταση της σύνδεσης.	Πιθανή καθυστέρηση στη μετάδοση των πακέτων.	Καθυστέρηση στην εγκατάσταση της σύνδεσης και στη μετάδοση των πακέτων.
Αν κατά την εγκατάσταση της σύνδεσης ο παραλήπτης είναι απασχολημένος, δίνεται σήμα κατειλημμένου στον αποστολέα.	Ο αποστολέας είναι πιθανό να ενημερωθεί, αν κάποιο πακέτο δε φτάσει στον προορισμό του.	Ο αποστολέας ενημερώνεται για πιθανή αποτυχία στην εγκατάσταση της σύνδεσης.

Πίνακας 14.1: Σύγκριση των τεχνικών μεταγωγής στα ΔΕΠ



Μεταγωγή κυκλώματος	Μεταγωγή πακέτου με χρήση αυτοδύναμου πακέτου	Μεταγωγή πακέτου με χρήση νοητού κυκλώματος
Ο μεγάλος φόρτος του δικτύου είναι πιθανό να αποτρέψει την εγκατάσταση νέων συνδέσεων, χωρίς όμως να επιβαρύνει τις υπάρχουσες συνδέσεις.	Ο μεγάλος φόρτος του δικτύου αυξάνει την καθυστέρηση όλων των πακέτων που μεταδίδονται.	Ο μεγάλος φόρτος του δικτύου είναι πιθανό να αποτρέψει την εγκατάσταση νέων συνδέσεων, ενώ αυξάνει παράλληλα την καθυστέρηση όλων των πακέτων που μεταδίδονται.
Ο χρήστης είναι υπεύθυνος για την αποτροπή της απώλειας μηνυμάτων.	Το δίκτυο μπορεί να είναι υπεύθυνο για την απώλεια ανεξάρτητων πακέτων.	Το δίκτυο μπορεί να είναι υπεύθυνο για την απώλεια ακολουθιών πακέτων.
Συνήθως δεν προκύπτει μεταβολή στο ρυθμό μετάδοσης ή στον κώδικα που χρησιμοποιείται.	Ο ρυθμός μετάδοσης, καθώς και ο χρησιμοποιούμενος κώδικας μπορούν να αλλάξουν.	Ο ρυθμός μετάδοσης, καθώς και ο χρησιμοποιούμενος κώδικας μπορούν να αλλάξουν.
Το εύρος ζώνης μετάδοσης είναι σταθερό.	Το εύρος ζώνης μετάδοσης καθορίζεται δυναμικά.	Το εύρος ζώνης μετάδοσης καθορίζεται δυναμικά.
Μετά την εγκατάσταση της επικοινωνίας δεν απαιτούνται επιπλέον δυαδικά ψηφία ελέγχου μέσα στην πληροφορία.	Σε κάθε πακέτο υπάρχουν επιπλέον δυαδικά ψηφία ελέγχου.	Σε κάθε πακέτο υπάρχουν επιπλέον δυαδικά ψηφία ελέγχου.



### Λέξεις που πρέπει να θυμάται

Κανάλια επικοινωνίας *E/T*, *SONET*, δορυφορικές συνδέσεις, συνδέσεις *ISDN*, κανάλια βασικού ρυθμού, κανάλια πρωτεύοντος ρυθμού, υβριδικά κανάλια, τοπολογία ομότιμου δικτύου, δυναμική δρομολόγηση, συλλέκτης - δρομολογητής, πλήρως συνεκτική τοπολογία (δικτυωτό), καταστροφικά σφάλματα, μερικώς συνεκτική τοπολογία.