

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ

ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

ΔΙΚΤΥΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΤΟΠΙΚΑ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (LAN-MAN)

ΜΠΑΜΠΑΤΣΙΚΟΥ ΡΟΔΟΥΛΑ

A.M 1051325

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ	5
1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	5
1.3 ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	6
1.4 ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΦΟΡΕΑΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ	6
1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΩΝ	8
1.6 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΩΝ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	14
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	14
2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟ ΕΝΣΥΡΜΑΤΩΝ	14
2.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟ ΕΝΣΥΡΜΑΤΩΝ	15

2.4	ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ LAN	16
2.5	ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	20
2.6	ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	23
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΣΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	29
3.1	ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	29
3.2	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	29
3.2.1	ALOHA	
3.2.2	ETHERNET	
3.2.3	TOKEN BUS	
3.2.4	TOKEN RING	
3.2.5	FDDI	
3.2.6	DQDB	
3.2.7	ATM	
3.2.8	FAST ETHERNET	
3.2.9	GIGABIT ETHERNET	
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

Με τον όρο **δίκτυο υπολογιστών** εννοούμε ένα σύστημα τηλεπικοινωνιακό, το οποίο απαρτίζεται από αυτόνομους ή μη αυτόνομους διασυνδεδεμένους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Διασυνδεδεμένους θεωρούμε δύο υπολογιστές όταν είναι σε θέση να ανταλλάξουν πληροφορίες μεταξύ τους. **Αυτόνομους** όταν δεν είναι δυνατό ο ένας υπολογιστής να ελέγξει τη λειτουργία (π.χ. εκκίνηση ή τερματισμό) του άλλου υπολογιστή. Ένας από τους πιο σημαντικούς κλάδους της πληροφορικής είναι η επιστημονική μελέτη των δικτύων υπολογιστών που γίνεται από τα υπολογιστικά συστήματα.

1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

Τα δίκτυα φέρουν τους εξής χαρακτηρισμούς, που καθορίζουν και την κατηγορία στην οποία βρίσκονται :

- Ανάλογα με το φυσικό μέσο διασύνδεσης χαρακτηρίζονται ως «ενσύρματα» ή «ασύρματα».
- Ανάλογα με τον τρόπο πρόσβασης σε αυτά χαρακτηρίζονται ως «δημόσια» ή «ιδιωτικά» δίκτυα.
- Ανάλογα με την γεωγραφική κάλυψη του δικτύου χαρακτηρίζονται ως «τοπικά» (LAN και WLAN), «μητροπολιτικά» (MAN και WMAN), «ευρείας κάλυψης» (WAN και WWAN) και «προσωπικά» (PAN και WPAN).

Το πρόσθετο **W** που υπάρχει στην κατηγοριοποίηση των δικτύων ανάλογα με την γεωγραφική κάλυψη αφορά τον ασύρματο (**Wireless**) τρόπο σύνδεσης.[3]

1.3 ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

Ο γενικός διαχωρισμός των μέσων μετάδοσης είναι ο ακόλουθος:

❖ **Ασύρματα** μέσα.

Η ασύρματη ζεύξη είναι ανεξάρτητη από υλικά μέσα και χρησιμοποιείται ως μέσο μετάδοσής της τον αέρα ή το κενό. Η ασύρματη μετάδοση στηρίζεται στην μετάδοση σημάτων στην *ατμόσφαιρα* με χρήση των κατάλληλων κεραιών.

❖ **Ενσύρματα** μέσα. Τα βασικά ενσύρματα μέσα μετάδοσης είναι:

1. Τα δισύρματα χάλκινα καλώδια. Είναι τα *απλούστερα* και *φθηνότερα* μέσα μετάδοσης που μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποιος για την επικοινωνιακή ζεύξη δύο σημείων. Χρησιμοποιούνται για την μετάδοση αναλογικών και ψηφιακών σημάτων.

2. Τα ομοαξονικά καλώδια. Είναι ένα άλλο μέσο μετάδοσης, όπου αποτελείται από ένα χάλκινο καλώδιο μέσα από το οποίο περνά ηλεκτρομαγνητικό σήμα και το περιβάλλει ένα μονωτικό υλικό. Έξω από αυτά υπάρχει ένα πλέγμα που παίζει τον ρόλο της γείωσης και ένα πλαστικό που περιβάλλει όλα τα καλώδια.

3. Οι οπτικές ίνες. Είναι γυάλινα καλώδια μέσα από τα οποία μεταδίδονται πληροφορίες με τη μορφή φωτός.

1.4 ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΦΟΡΕΑΣ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ

Βάση του τηλεπικοινωνιακού φορέα εξυπηρέτησης, τα δίκτυα διακρίνονται σε:

★ *Ιδιωτικά δίκτυα (Private Networks)*

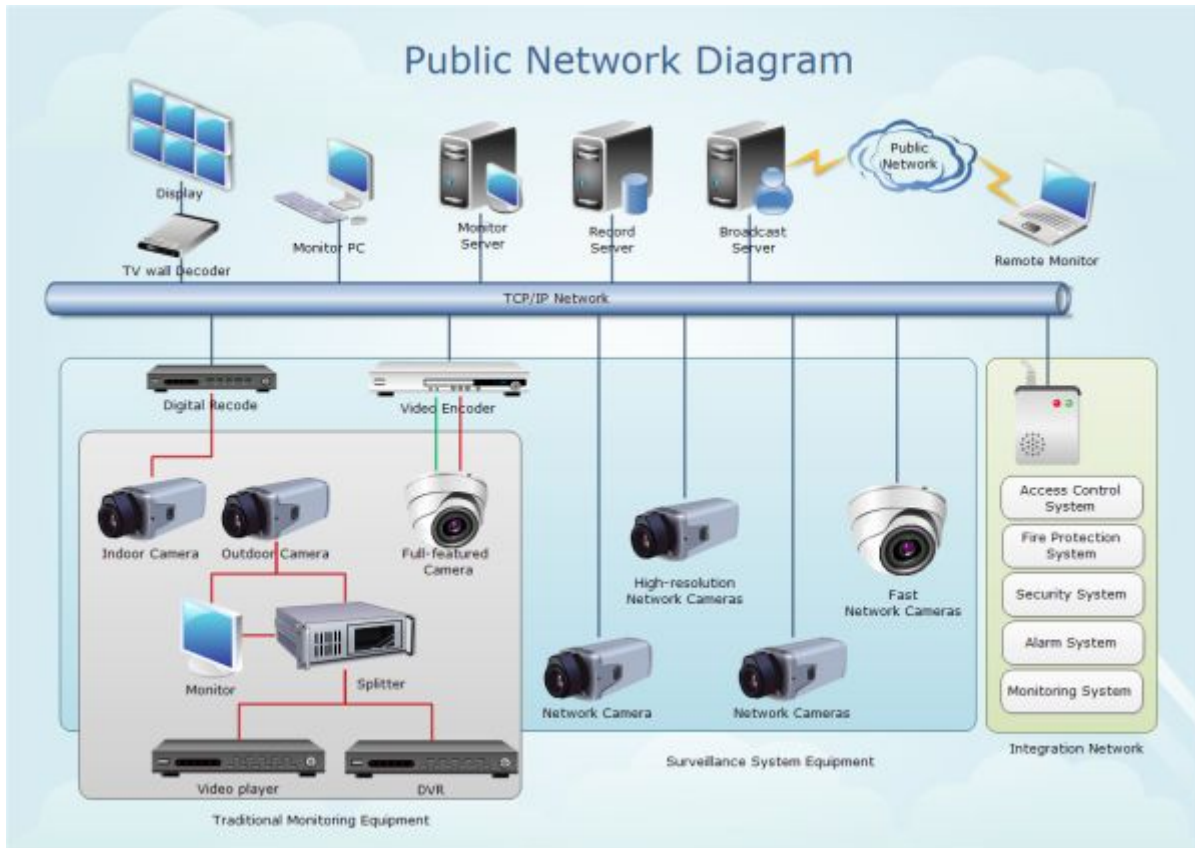
Τα ιδιωτικά δίκτυα ανήκουν σε **ιδιωτικούς οργανισμούς** και είτε χρησιμοποιούν αποκλειστικές γραμμές επικοινωνίας δημόσιων τηλεπικοινωνιακών φορέων (leased lines) χωρίς να τις μοιράζονται με άλλους χρήστες είτε χρησιμοποιούνται ιδιόκτητες γραμμές επικοινωνίας.



Εικόνα 1: Ένα ιδιωτικό δίκτυο. [1]

★ **Δημόσια δίκτυα (Public Networks)**

Τα δημόσια δίκτυα εξυπηρετούν τις διασυνδέσεις μεταξύ απομακρυσμένων σημείων. Χρησιμοποιούνται **όταν η απόσταση είναι μεγάλη** και λόγω κόστους καθίσταται απαγορευτική η χρήση αποκλειστικών γραμμών επικοινωνίας. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και όταν ο φόρτος μεταξύ των σημείων δεν είναι μεγάλος έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μεγάλη ταχύτητα μεταφοράς πληροφορίας.



Εικόνα 2: Ένα δημόσιο δίκτυο. [2]

1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΩΝ

1. Επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών υπολογιστών και ανταλλαγή δεδομένων

Αυτό είναι το πιο βασικό πλεονέκτημα των δικτύων. Λόγω των σύγχρονων ρυθμών ζωής δεν έχουμε συνειδητοποιήσει την διευκόλυνση που μας έχουν προσφέρει. Μπορούμε να ανταλλάσουμε μηνύματα, δεδομένα και γενικότερα οποιαδήποτε πληροφορία θέλουμε από υπολογιστή σε υπολογιστή μέσω του δικτύου εύκολα και γρήγορα χωρίς να χρησιμοποιήσουμε παλαιότερες μεθόδους ανταλλαγής μηνυμάτων όπως π.χ. οι δισκέτες ή τα CD. Αυτό το πλεονέκτημα μπορεί να μην φαίνεται και τόσο σημαντικό με μία πρώτη ματιά. Αν όμως φανταστούμε ότι πολλοί εργαζόμενοι σε μία εταιρία είναι αναγκασμένοι πολύ συχνά να ανταλλάσσουν τις εργασίες τους μετακινούμενοι ανάμεσα σε διαφορετικούς ορόφους, σε διαφορετικά κτήρια ή ακόμα και σε διαφορετικές πόλεις, τότε το πλεονέκτημά της μέσω δικτύου αποκτά μεγάλη αξία. Σύγχρονο παράδειγμα είναι το **ταχυδρομείο**, όπου πλέον

το ηλεκτρονικό έχει αντικαταστήσει το παραδοσιακό ταχυδρομείο για την ανταλλαγή επιστολών.

2. Διαμοιρασμός εξοπλισμού, προγραμμάτων και δεδομένων του δικτύου

Γενικότερα, σκοπός ενός δικτύου είναι τα προγράμματα, τα δεδομένα και ο εξοπλισμός του να είναι διαθέσιμα σε οποιονδήποτε είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο. Έτσι μπορούμε να έχουμε π.χ. έναν εκτυπωτή, όπου θα είναι συνδεδεμένος σε πολλούς διαφορετικούς υπολογιστές και μέσω του δικτύου να γίνονται εκτυπώσεις προς όλους τους υπολογιστές χωρίς να είμαστε αναγκασμένοι να αγοράσουμε και άλλους εκτυπωτές.

3. Εξοικονόμηση Χρημάτων

Συνέπεια του προηγούμενου πλεονεκτήματος των δικτύων είναι και η εξοικονόμηση χρημάτων. Αφού δεν θα χρειαστεί να αγοραστούν και άλλοι εκτυπωτές για την εκτύπωση των εργασιών, αυτό έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την εξοικονόμηση χρήματος. Επίσης, δεν θα είμαστε αναγκασμένοι να αγοράζουμε έναν πάρα πολύ ισχυρό και ακριβό υπολογιστή κάθε φορά που έχουμε μια εργασία η οποία απαιτεί ταχύτατους και πολύπλοκους υπολογισμούς. Με πιο φτηνούς και μικρότερης ισχύος υπολογιστές μπορούμε να μοιράζουμε τις εργασίες μας μέσω δικτύου, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα πρόσβαση και σε κάποιον απομακρυσμένο υπολογιστή με μεγάλη ισχύ.

4. Παροχή υψηλής αξιοπιστίας

Μέσω του δικτύου, όλα είναι πιο **ασφαλή** και **αξιόπιστα**. Αν εκτελούμε μία εργασία μέσω του δικτύου και ο υπολογιστής υποστεί κάποια βλάβη, η εργασία (επειδή είναι μέσω του δικτύου) δεν θα υποστεί καμία βλάβη. Ο χρήστης του δικτύου θα χρησιμοποιήσει κάποιον άλλο υπολογιστή ώστε να συνεχίσει την εργασία του χωρίς πρόβλημα. Πολλές φορές για μεγαλύτερη ασφάλεια αντιγράφουμε τις εργασίες μας σε δύο ή τρεις διαφορετικούς υπολογιστές, έτσι ώστε να έχουμε πάντα διαθέσιμο κάποιο αντίγραφο. Μέσω του δικτύου τα δεδομένα μας θα είναι σίγουρα ασφαλή.

5. Ευκολία Επέκτασης

Οποιαδήποτε στιγμή μπορούμε να προσθέσουμε σε ένα δίκτυο και άλλους υπολογιστές ή περιφερειακές συσκευές για κοινή χρήση, ανάλογα με τις ανάγκες που έχουμε.

6. Εύρεση Επιστημονικών και Ερευνητικών Δεδομένων

Για τις ανάγκες εκπόνησης μιας εργασίας στο πανεπιστήμιο ή στη δουλειά θα χρειαστεί να αναζητήσουμε βιβλιογραφικές πηγές από επιστημονικά και ερευνητικά περιοδικά. Παλαιότερα, *ήταν εξαιρετικά χρονοβόρο* να αναζητήσουμε επιστημονικά περιοδικά που είναι σχετικά με το αντικείμενο που θέλουμε, ενώ τώρα μέσω του δικτύου όλα είναι πολύ πιο γρήγορα και αποτελεσματικά (μέσω των φυλλομετρητών-Browsers).

7. Οικονομικό Όφελος

Επίσης, εκτός των άλλων πλεονεκτημάτων που έχει το δίκτυο στη ζωή μας, υπάρχει και **οικονομικό όφελος μέσω των διαφημίσεων**, π.χ. στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.[4] [5]

1.6 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΩΝ

1. Ασφάλεια

Οι υπολογιστές ενός δικτύου είναι **ευάλωτοι** σε προσπάθειες πρόσβασης από μη εξουσιοδοτημένα άτομα στα αρχεία τους. Ο σκοπός αυτών των «επιθέσεων» είναι τα άτομα αυτά να υποκλέψουν χρήσιμες πληροφορίες ή και να προκαλέσουν ζημιές. Για το σκοπό αυτό πρέπει οι υπολογιστές του δικτύου να είναι **προστατευμένοι** από «εισβολή» ανεπιθύμητων προσώπων με τη χρήση κατάλληλων κωδικών πρόσβασης.

2. Ιοί

Αν ένας υπολογιστής του δικτύου «μολυνθεί» από ιό, τότε ο ιός θα μεταδοθεί και στους άλλους υπολογιστές του δικτύου, επειδή θα είναι **συνδεδεμένοι** μεταξύ τους.

3. Ανασφάλεια για την χρήση πιστωτικών καρτών

Οι καινούργιες τεχνολογίες που εμφανίζονται για διευκόλυνση των οικονομικών συναλλαγών είναι επίσης ένας λόγος που **προβληματίζει** πολύ τους περισσότερους ανθρώπους. Η *χρήση πιστωτικών καρτών* είναι μία από αυτές τις καινούργιες τεχνολογίες που έχουν βγει τα τελευταία χρόνια. Όταν κάποιος θέλει να κάνει μία αγορά μέσω διαδικτύου, του δίνεται η δυνατότητα να πληρώσει μέσω πιστωτικής κάρτας, όμως αυτό δημιουργεί **προβληματισμό, ανασφάλεια** και **σύγχυση** διότι δεν γνωρίζει ο ίδιος που πηγαίνουν οι προσωπικές πληροφορίες του, και αυτό συμβαίνει ακόμα περισσότερο στη σημερινή κοινωνία, όπου λόγω της κρίσης, οι περισσότεροι άνθρωποι είναι παραπάνω καχύποπτοι με την τεχνολογία και ότι συνεπάγεται αυτής.

4. Προσβολή Ανθρώπινης Προσωπικότητας & Κατηγορίες Εναντίων Προσώπων

Μέσω του δικτύου, το να προσβάλλει ή να κατηγορήσει κάποιος άνθρωπος κάποιον άλλον άνθρωπο είναι *εξαιρετικά εύκολο*. Έτσι τα άτομα **δεν νιώθουν ασφαλή και σίγουρα για τον εαυτό τους**. Όλο αυτό είναι υψίστης σημασίας στην προσωπικότητα του ατόμου στην πορεία της ζωής του μιας και αφότου έχει προσβληθεί, θα νιώσει συναισθήματα όπως έλλειψη αυτοπεποίθησης, περιθωριοποίηση και μοναξιά τα οποία μπορούν να τον καταβάλλουν και να δυσκολευτεί αρκετά να επανέλθει στους φυσιολογικούς τρόπους ζωής και σκέψης.

5. Αβεβαιότητα για την εγκυρότητα & την αλήθεια των πληροφοριών

Λόγω του **μεγάλου όγκου πληροφοριών** που δέχονται όλοι οι άνθρωποι μέσω του δικτύου καθημερινά, είναι λογικό επακόλουθο να υπάρχει το αίσθημα της αβεβαιότητας περί εγκυρότητας και αλήθειας των πληροφοριών που δέχονται. Για την ίδια είδηση, μπορείς να δεις πολλές διαφορετικές απόψεις, με αποτέλεσμα να μην γνωρίζεις τι από αυτά είναι σωστό και τι όχι.

6. Ηλεκτρονικό έγκλημα

Τέλος, το πιο **επικίνδυνο** που μπορεί να συμβεί στο δίκτυο είναι το ηλεκτρονικό έγκλημα. Με τον όρο “ηλεκτρονικό έγκλημα” αναφερόμαστε σε μία εγκληματική πράξη στην οποία ο ηλεκτρονικός υπολογιστής και συγκεκριμένα το δίκτυο, χρησιμοποιείται ως μέσο τέλεσης της. Κυρίαρχο ρόλο που διαδραματίζει το δίκτυο είναι ότι:

- μπορεί να αποτελεί τον στόχο κάποιας επίθεσης,
- μπορεί να αποτελεί μέσο διάπραξης κάποιας επίθεσης..[6] [7]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Τα **Τοπικά Δίκτυα** (Local Area Networks-LAN) είναι δίκτυα τα οποία μπορούν να κάνουν υπολογιστές να επικοινωνήσουν μεταξύ τους μόνο όταν βρίσκονται σε κοντινή απόσταση π.χ. υπολογιστές ενός υπολογιστικού κέντρου μέχρι υπολογιστές ενός κτιρίου. Χρησιμοποιούνται συνήθως για να συνδέουν προσωπικούς υπολογιστές και σταθμούς εργασίας σε γραφεία εταιρειών, εργοστάσια, πανεπιστήμια κ.λπ. Παραδείγματος χάριν, το **Ethernet** είναι ένα τοπικό δίκτυο.[8] [9]

2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΕΝΣΥΡΜΑΤΩΝ

1. Κινητικότητα

Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα εξυπηρετούν τη σύνδεση και την επικοινωνία μεταξύ των υπολογιστών **χωρίς την ανάγκη σταθερής καλωδιακής σύνδεσης**. Λύνουν το πρόβλημα της σύνδεσης σε χώρους που έχουν δυσκολία σε αυτό, όπως παραδείγματος χάριν, τα εργοστάσια, τα συνεδριακά κέντρα οι ανοικτοί χώροι κλπ, καθώς και δημιουργούνται δημόσια σημεία πρόσβασης στο internet (π.χ. πλατείες).

2. Ταχύτητα υλοποίησης

Για να υλοποιηθεί ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο **δεν προαπαιτείται η δημιουργία καλωδιακού συστήματος** οπότε και η ταχύτητα υλοποίησης θα είναι καλύτερη.

3. Χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας

Για να εγκατασταθεί αλλά και να λειτουργήσει ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο το κόστος του **δεν είναι πολύ υψηλό**, σε αντίθεση με ένα ενσύρματο

τοπικό δίκτυο όπου το κόστος του καλωδιακού συστήματος το καθιστά πιο ακριβό.

2.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΕΝΣΥΡΜΑΤΩΝ

1. Δυσκολία κάλυψης όλων των χώρων ενός κτιρίου.

Τα ασύρματα δίκτυα λόγω του ότι δεν έχουν καλωδιακό σύστημα είναι πιο δύσκολο να καλύψουν μεγάλες αποστάσεις, π.χ. ένα ασύρματο δίκτυο δεν μπορεί εύκολα να καλύψει την σύνδεση σε ολόκληρο κτίριο, παρά μόνο σε μικρότερα δωμάτια του κτιρίου.

2. Περιορισμός στην χωρητικότητα.

Τα ασύρματα δίκτυα μας περιορίζουν σε ότι αφορά χωρητικότητα λόγω του ότι η χωρητικότητα οφείλεται σε παρεμβολές ή σε περιορισμούς που θέτει το ασύρματο εύρος ζώνης συχνοτήτων με αποτέλεσμα την **δυσκολία εξυπηρέτησης μεγάλου πλήθους ταυτόχρονων χρηστών** με υψηλές ταχύτητες.

3. Ασφάλεια επικοινωνίας.

Η ασφάλεια της επικοινωνίας, ιδιαίτερα σε εταιρικές χρήσεις, απαιτεί ιδιαίτερη προσπάθεια προκειμένου να υπάρχει κρυπτογραφημένη προστασία και ασφαλής πρόσβαση, δεδομένου ότι το ασύρματο μέσο είναι **εκτεθειμένο σε παρακολούθηση** από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες.

4. Αξιοπιστία επικοινωνίας.

Η επικοινωνία μπορεί να είναι αξιόπιστη όταν η σύνδεση είναι ασύρματη λόγω **τυχαίων ή θελημένων παρεμβολών**. [10] [12]

2.4 ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ LAN

Όταν αναφερόμαστε στον όρο τοπολογία εννοούμε τον τρόπο με τον οποίο οι διάφοροι τερματικοί σταθμοί συνδέονται μεταξύ τους. Οι τοπολογίες, που μέχρι τώρα, έχουν λειτουργήσει στα τοπικά δίκτυα είναι οι ακόλουθες:

- Ακτινωτή (Star)
- Κοινού δρόμου (Bus)
- Δένδρου (Tree)
- Δακτυλίου (Ring)

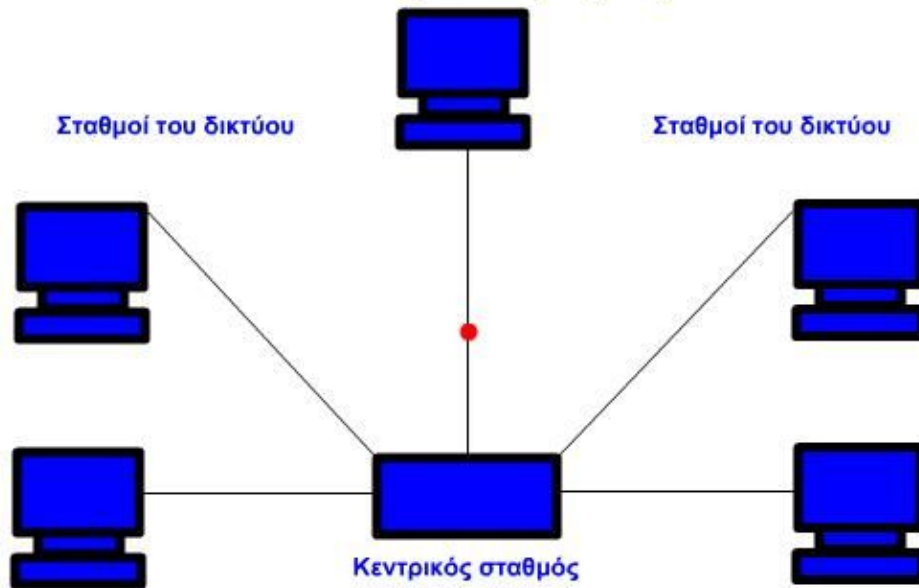
Οι “Bus” και “Tree” τοπολογίες παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά για αυτό τις συναντάμε και μαζί σε ένα συνδυασμό γνωστό ως Bus/Tree.[11]

Πιο συγκεκριμένα:

➤ **Ακτινωτή τοπολογία (Star)**

Στην ακτινωτή τοπολογία κάθε σταθμός συνδέεται σημείο-προς-σημείο με έναν κεντρικό σταθμό, μέσω του οποίου γίνονται όλες οι επικοινωνίες. Κάθε φορά που κάποιος σταθμός επιθυμεί να στείλει δεδομένα σε κάποιον άλλο σταθμό → κάνει αίτηση στον κεντρικό σταθμό προκειμένου να του ανοίξει δρόμο για τον επιθυμητό ανταποκριτή σταθμό. Ο κεντρικός σταθμός είναι αυτός που έχει τον έλεγχο όλων των επικοινωνιών του δικτύου. Στο ακόλουθο σχήμα αναπαρίσταται σχηματικά αυτά που περιγράφηκαν:

Ακτινωτή Τοπολογία Τοπολογία Αστέρα (Star)

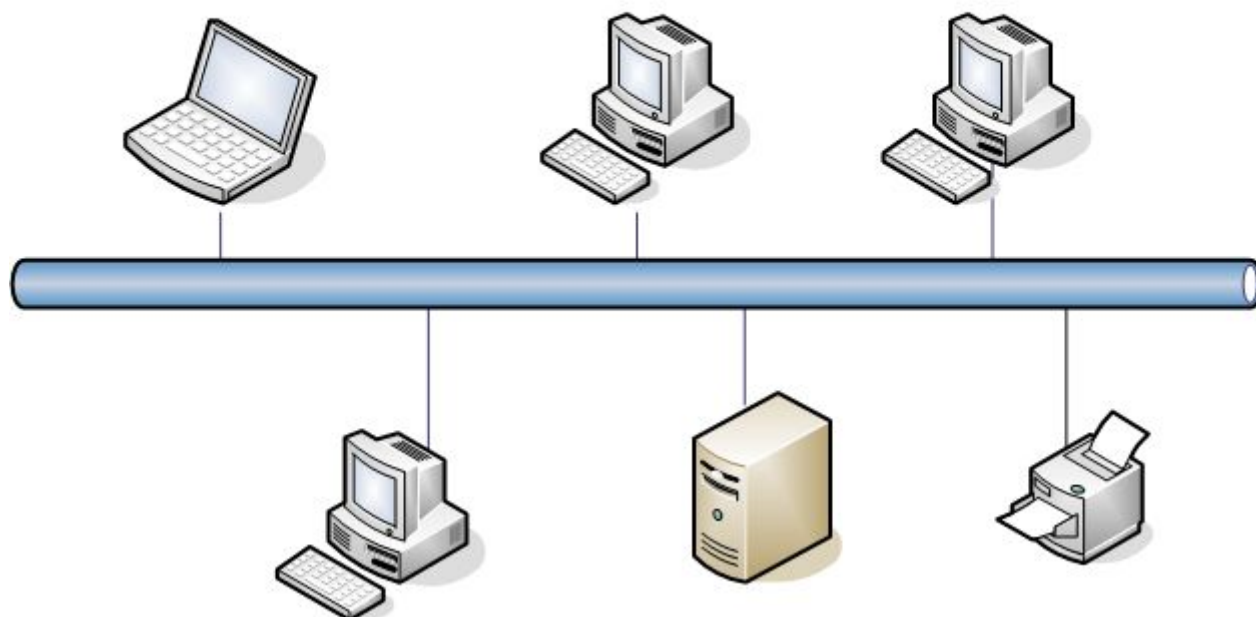


Εικόνα 3: Τοπολογία Αστέρα. [13]

➤ Τοπολογία BUS & Bus/Tree

Στην τοπολογία κοινού δρόμου (Bus) οι σταθμοί του δικτύου συνδέονται πάνω σε ένα κοινό καλώδιο υψηλής ταχύτητας, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:

BUS Topology



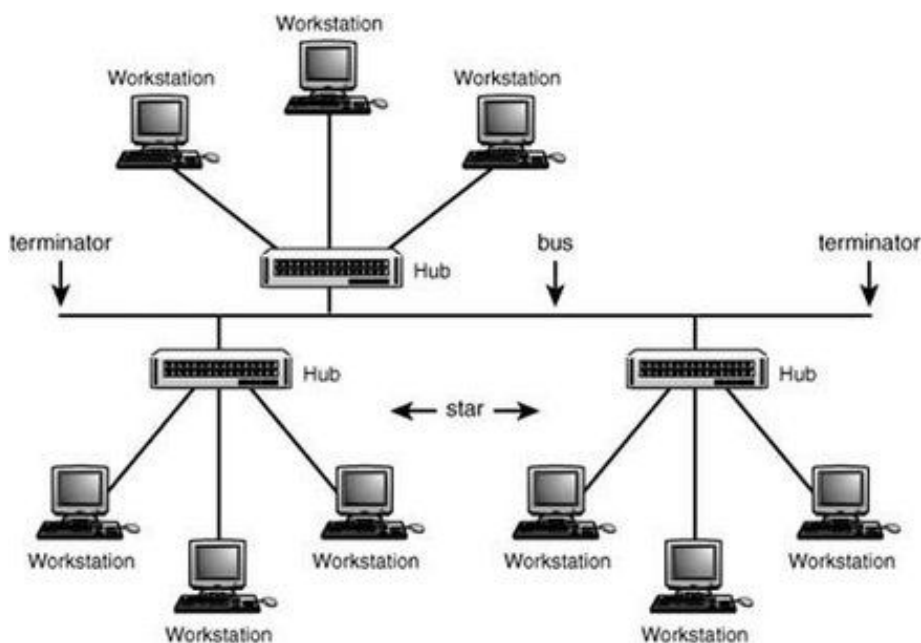
Εικόνα 4: Η Bus τοπολογία. [14]

Οι συσκευές σε αυτήν την τοπολογία, εκμεταλλεύονται τον **κοινό** καλωδιακό δρόμο(Bus) εκπέμποντας δεδομένα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Για την πρόσβαση στο κοινό μέσο έχουν αναπτυχθεί ειδικές τεχνικές και πρωτόκολλα. Τα δεδομένα εκπέμπονται σε μορφή πακέτων που λαμβάνονται από όλους τους σταθμούς. Κάθε σταθμός είναι ανεξάρτητος και δεν υπόκειται σε περιορισμούς (π.χ. ποιος θα εκπέμψει, πότε και με ποια σειρά), αλλά ξεκινά την επικοινωνία **με δική του πρωτοβουλία** καταλαμβάνοντας το κοινό μέσο μετάδοσης. Κάθε σταθμός αποδέχεται **μόνο** τα πακέτα που περιέχουν **τη δική του ταυτότητα**.

Όταν τα άκρα της γραμμής του Bus υλοποιούνται με *ομοαξονικά καλώδια* → τότε τοποθετούνται **τερματικές αντιστάσεις**(terminators) και έχουν τιμή ίση με την χαρακτηριστική αντίσταση της γραμμής ώστε να μην δημιουργούνται ανακλάσεις του εκπεμπόμενου σήματος των σταθμών. Παράδειγμα δικτύου που χρησιμοποιεί την τοπολογία Bus είναι το Ethernet. Στην υλοποίηση του Ethernet με hub(=κεντρικό σημείο) το κοινό bus αντικαθίσταται με εξομοιώνεται από το hub, με χρήση των συνεστραμμένων

καλωδίων UTP. Η τοπολογία αυτή μπορεί να ικανοποιήσει και πολλαπλές συνδέσεις.

Μία επέκταση της τοπολογίας κοινού δρόμου (Bus) είναι η τοπολογία Bus/Tree όπου από τον κοινό δρόμο (κορμό) **διακλαδίζονται γραμμές** δημιουργώντας μικρότερες τοπολογίες κοινού δρόμου:



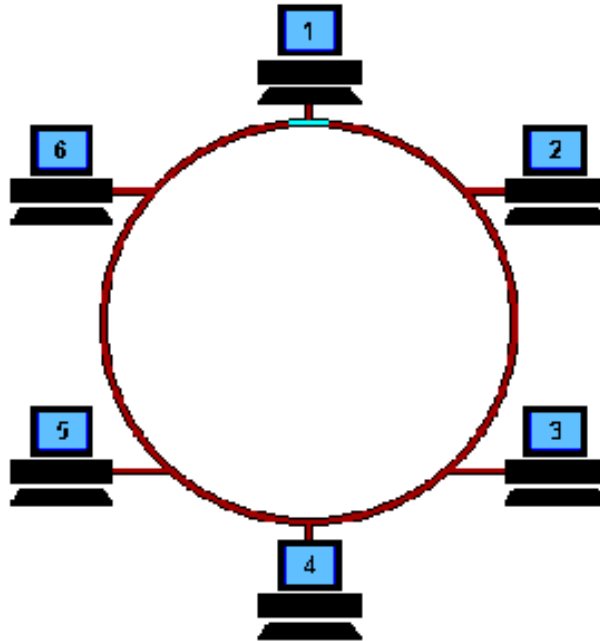
Εικόνα 5: Η Bus-Tree τοπολογία. [15]

➤ Τοπολογία Δακτυλίου (Ring)

Στην τοπολογία δακτυλίου όλοι οι σταθμοί συνδέονται σε ένα κλειστό καλωδιακό δρόμο(loop) όπου τα δεδομένα ταξιδεύουν σειριακά σε όλο το δακτύλιο από τον έναν σταθμό στον άλλον. Κάθε σταθμός του δακτυλίου σε αυτήν την τοπολογία λειτουργεί ως επαναλήπτης (repeater), επανεκπέμποντας τα δεδομένα προς τον επόμενο. [22]

Τα δεδομένα διατρέχουν τον δακτύλιο σε **πακέτα**, στο κάθε ένα από τα οποία περιέχεται η διεύθυνση του αποστολέα και του παραλήπτη. Όταν έρθει το πακέτο από τον επαναλήπτη του σταθμού, αναγνωρίζει ο σταθμός αν παραλήπτης είναι ο ίδιος ο σταθμός (από τα πρώτα bit του πακέτου όπου εκεί

θα βρίσκεται η διεύθυνση του παραλήπτη) και εάν αναφέρεται σε αυτόν το παραλαμβάνει, αλλιώς το δίνει στον επόμενο σταθμό.Σχηματικά αναπαρίσταται ως εξής:



Εικόνα 6: Η τοπολογία Δακτυλίου. [16]

2.5 ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

Υπάρχουν δύο τρόποι που μπορεί να γίνει η μετάδοση:

- **Βασικής ζώνης**(baseband)
- **Ευρείας ζώνης**(broadband)

Τα **δίκτυα βασικής ζώνης** χρησιμοποιούν ψηφιακή μετάδοση μέσω ομοαξονικών καλωδίων 50Ω ή συνεστραμμένων χάλκινων καλωδίων UTP. Η έκταση αυτών των δικτύων δεν ξεπερνά τα μερικά χιλιόμετρα, καθώς το ψηφιακό σήμα εξασθενεί σύντομα με την απόσταση. Τα δεδομένα στα δίκτυα βασικής ζώνης κινούνται πάνω στο ίδιο καλώδιο και προς τις δύο κατευθύνσεις. Η μετάδοση βασικής ζώνης των σημάτων υλοποιείται σε τοπολογία bus, επειδή η τοπολογία δέντρου θα δημιουργούσε προβλήματα ανακλάσεων και προσαρμογής στα σημεία συνδέσεων.

Τα ομοαξονικά καλώδια των δικτύων βασικής ζώνης έχουν μικρότερη αντίσταση (50Ω) από αυτή της ευρείας ζώνης, που είναι 75Ω. Τα καλώδια των 50Ω υποφέρουν λιγότερο από ανακλάσεις στα σημεία σύνδεσης (taps) των σταθμών και έχουν καλύτερη συμπεριφορά σε ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο χαμηλών συχνοτήτων. Τα σημεία σύνδεσης στα ομοαξονικά καλώδια επιλέγεται να απέχουν μεταξύ τους κατά ακέραια πολλαπλάσια των 2,5 μέτρων, για να αποφεύγεται η συμφασική συμβολή ανακλάσεων που μπορεί να δημιουργήσει έντονα στάσιμα κύματα και προβλήματα επικοινωνίας. Στα άκρα των καλωδίων πρέπει να τοποθετούνται κατάλληλες διατάξεις τερματισμού, με απόσταση ίση με τη σύνθετη αντίσταση της γραμμής. Γνωστά δίκτυα βασικής ζώνης είναι το **ETHERNET** και το **Token Ring**.

Τα **δίκτυα ευρείας ζώνης** χρησιμοποίησαν ομοαξονικά καλώδια και ειδικά modem υψηλής συχνότητας για να μπορούν να εκπέμπουν πάνω σε ομοαξονικό καλώδιο 75Ω το αναλογικό σήμα φορέα, του οποίου συνήθως, η συχνότητα κυμαίνεται από 5-400 MHz. Το σήμα φορέας διαμορφώνεται από τα δεδομένα του σταθμού.

Η τεχνική μετάδοσης ευρείας ζώνης που χρησιμοποιήθηκε στα τοπικά δίκτυα είχε ευρεία χρήση στη διανομή προγραμμάτων καλωδιακής τηλεόρασης (CATV) σε αστικές περιοχές. Πολλά κανάλια τηλεόρασης με πολύπλεξη συχνότητας (FDM) στην περιοχή από 50-400 MHz, χρησιμοποιούν το ίδιο καλώδιο για να διανεμηθούν στην αστική περιοχή. Τα δίκτυα ευρείας περιοχής στα τοπικά δίκτυα είναι μονοκατευθυντικά, δηλαδή το σήμα οδεύει προς μία κατεύθυνση στο κανάλι. Υπάρχουν δύο κανάλια επικοινωνίας ένα προς κάθε κατεύθυνση. Τα δύο αυτά κανάλια μπορούν να βρίσκονται σε **διαφορετικά** καλώδια οπότε μιλάμε για **broadband διπλού καλωδίου**. Τα δύο κανάλια μπορούν ακόμα να είναι πάνω στο ίδιο καλώδιο καταλαμβάνοντας διαφορετικές συχνότητες (τεχνική FDM) οπότε το σύστημα αυτό ονομάζεται σύστημα **split**. Το ένα κανάλι χρησιμοποιείται μόνο για **εκπομπή** των σημάτων, ενώ το άλλο για τη **λήψη** τους από τους σταθμούς. Και στις δύο περιπτώσεις, στο τέρμα του καλωδίου υπάρχει μία συσκευή ανάκλασης σημάτων. Η συσκευή αυτή ονομάζεται **headend**, λαμβάνει τα σήματα του καναλιού εκπομπής και τα δρομολογεί πίσω προς το κανάλι λήψης.

Στα συστήματα split όπου οι συχνότητες των καναλιών εκπομπής και λήψης είναι διαφορετικές, ο headend είναι υποχρεωμένος να κάνει μετατροπή

συχνότητας του καναλιού εκπομπής, πριν την δρομολόγηση του στο κανάλι λήψης. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές κατανομές συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται συνήθως στα συστήματα split για τις συχνότητες των καναλιών εκπομπής και λήψης. Αυτές είναι:

- Subsplit
- Midsplit
- Highsplit

Οι κατανομές φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Κανάλι	Εκπομπής	Λήψης
Subsplit	5 - 30 MHz	54 - 116 MHz
Midsplit	5 - 116 MHz	168 - 400 MHz
Highsplit	5 - 174 MHz	232 - 400 MHz

Η κατανομή split χρησιμοποιείται κυρίως από τα δίκτυα καλωδιακής τηλεόρασης. Στα συστήματα ευρείας ζώνης επειδή έχουμε μετάδοση αναλογικών σημάτων, απαιτείται η ρύθμιση της στάθμης εκπομπής των σταθμών του δικτύου και η κατάλληλη τοποθέτηση ενισχυτών για την αντιμετώπιση των εξασθενήσεων των σημάτων. Αυτό προϋποθέτει εξειδικευμένο προσωπικό και εξοπλισμό και αυτός είναι ο βασικός λόγος που εγκαταλείφθηκε νωρίς η χρήση τους.

Στις broadband συνδέσεις ανήκει και μία ιδιαίτερη μορφή τοπικών δικτύων, αυτή που **εκμεταλλεύεται τα καλώδια του ρεύματος και συνδέει τους τερματικούς σταθμούς μέσω των κοινών ηλεκτρικών πριζών**. Κατ' αυτή τη μέθοδο τα δεδομένα διαμορφώνονται σε συχνότητες μερικών MHz, ώστε να μην υπάρχει καμία ενόχληση από τα 50Hz του ηλεκτρικού δικτύου. Η μέθοδος αυτή απευθύνεται κυρίως σε οικιακούς καταναλωτές και καλύπτει μικρές αποστάσεις (μερικών δεκάδων μέτρων). [26]

2.6 ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι διασύνδεσης τοπικών δικτύων:

- ❖ Διασύνδεση των (τοπικών) δικτύων **μεταξύ τους**
- ❖ Διασύνδεση ενός (τοπικού) δικτύου **με τον έξω κόσμο**

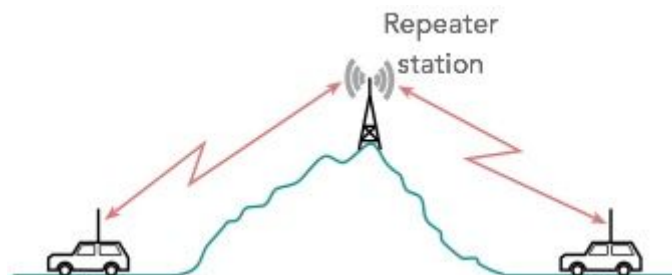
Οι ανάγκες για διασύνδεση δικτύων επιλύονται με τη **χρήση ειδικών συσκευών** κατά περίπτωση. Τέτοιες συσκευές είναι:

- ★ Οι Επαναλήπτες (Repeaters)
- ★ Οι Συγκεντρωτές UTP (hub)
- ★ Οι Γέφυρες (Bridges)
- ★ Οι Μεταγωγείς Ethernet (switch)
- ★ Οι Δρομολογητές (Routers) κλπ

Πιο συγκεκριμένα:

- ★ **Οι Επαναλήπτες (Repeaters)**

Ο επαναλήπτης χρησιμοποιήθηκε στις αρχικές φάσεις εξάπλωσης των τοπικών δικτύων. **Λειτουργεί στο φυσικό μέσο** και στην ουσία αναγεννά το ηλεκτρικό σήμα ώστε να μπορεί να επεκτείνει το τοπικό δίκτυο σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Λαμβάνει το σήμα από την μία του πλευρά, το αναγεννά και το περνά σε ένα άλλο καλωδιακό τμήμα. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να αυξηθεί και ο αριθμός των συνδεδεμένων σταθμών.

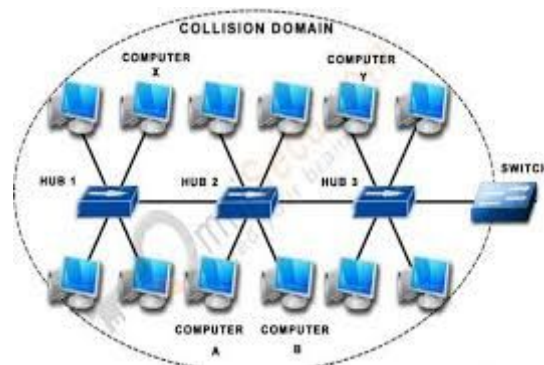


Εικόνα 7: Η σχηματική αναπαράσταση ενός επαναλήπτη. [17]

Ο επαναλήπτης συνδέει **δύο ίδια** τοπικά δίκτυα, **δύο ETHERNET** ή **δύο Token Ring**. Η συσκευή δεν διαθέτει ευφυΐα ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να διασυνδέσει παρόμοια τοπικά δίκτυα που λειτουργούν σε διαφορετικού τύπου καλωδιακό μέσο. Παραδείγματος χάριν, ορισμένοι επαναλήπτες μπορούν να συνδέσουν ένα Ethernet LAN σε ομοαξονικό καλώδιο, με ένα Ethernet σε UTP (=Unshielded Twisted Pair).

★ Οι Συγκεντρωτές UTP (hub)

Τα hub είναι **εύχρηστες** και **χαμηλού κόστους** συσκευές, όπου ονομάζονται και συγκεντρωτές γραμμών και είναι **Ethernet επαναλήπτες πολλαπλών θυρών**. Τα συναντάμε συνήθως ως σημεία συγκέντρωσης 4-8-12-16 γραμμών ή και 24 γραμμών. Το μεγάλο τους πλεονέκτημα είναι ότι μετατρέπουν την τοπολογία Bus του Ethernet στην πιο εύχρηστη τοπολογία αστέρα αλλά διατηρούν την φιλοσοφία Bus στο φυσικό και λογικό της επίπεδο. Το Bus διατηρείται στο εσωτερικό του hub, ώστε να δημιουργεί ενιαία περιοχή συγκρούσεων (Collision domain) για τους συνδεδεμένους χρήστες.



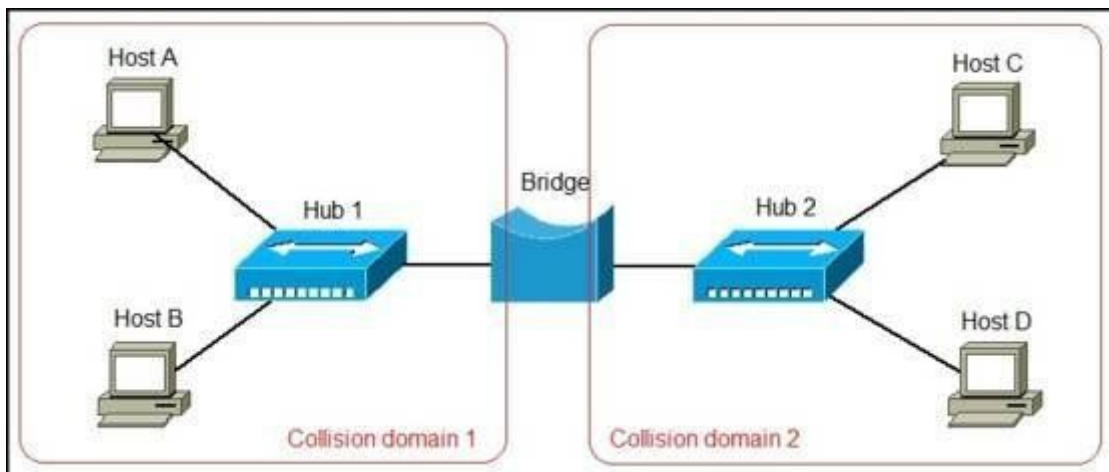
Εικόνα 8: Σχηματική αναπαράσταση των hub. [18]

Τα hub απαιτούν τροφοδοσία ρεύματος καθώς αναγεννούν το σήμα bit προς bit, ώστε κάθε εισερχόμενο frame από μία πόρτα να το στέλνουν ταυτόχρονα σε όλες τις άλλες. Το δίκτυο μπορεί να επεκταθεί με διαδοχική σύνδεση hub μέχρι και τέσσερα επίπεδα που είναι το πρακτικό όριο όλων των επαναληπτών. Προφανές μειονέκτημα της επέκτασης των δικτύων με hub είναι ότι παράλληλα με το δίκτυο επεκτείνουν και την περιοχή συγκρούσεων και για αυτό η χρήση τους πρέπει να περιορίζεται για **λίγους** και **μικρές**

κίνησης χρήστες. Για επεκτάσεις σε μεγαλύτερα τοπικά δίκτυα πρέπει να επιλέγεται η χρήση Ethernet switch και routers.

★ Οι Γέφυρες (Bridges)

Με τις γέφυρες μπορούμε να συνδέσουμε δύο τοπικά δίκτυα μεταξύ τους ή μπορούμε να χωρίσουμε ένα μεγάλο τοπικό δίκτυο με πολλούς χρήστες σε μικρότερα αυτόνομα τμήματα (Collision Domains), ώστε να μειώσουμε το πλήθος των συγκρούσεων. Σε αντίθεση με τους επαναλήπτες, οι γέφυρες λειτουργούν στο δεύτερο επίπεδο (Data link), είναι δηλαδή έξυπνες συσκευές που διαβάζουν την προμετωπίδα των frames και διαχειρίζονται τις διευθύνσεις παραλήπτη-αποστολέα του δεύτερου επιπέδου (MAC-Media Access Control).



Εικόνα 9: Η σχηματική αναπαράσταση μιας γέφυρας. [19]

Οι γέφυρες αποθηκεύουν στη μνήμη τους, σε **κατάλληλους πίνακες** διευθύνσεων, τις MAC διευθύνσεις σε συνδυασμό με τις θύρες που είναι αποθηκευμένοι οι σταθμοί, ώστε να μπορούν στη συνέχεια, εξετάζοντας στο κάθε εισερχόμενο frame τη διεύθυνση MAC του παραλήπτη και να το δρομολογήσουν προς τη σωστή κατεύθυνση. Με τον τρόπο αυτό, μία γέφυρα που συνδέει δύο δίκτυα αναγνωρίζει τα μηνύματα που προορίζονται για το άλλο δίκτυο και τα δρομολογεί προς τα εκεί, και το αντίστροφο.

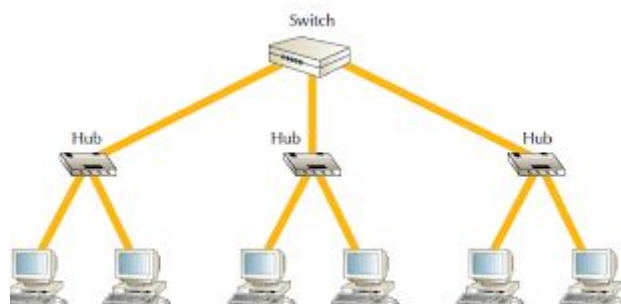
Οι γέφυρες είναι χρήσιμες για:

- την διαίρεση ενός τοπικού δικτύου με πολλούς χρήστες σε τμήματα (Collision Domains), ώστε να βελτιωθεί η απόδοσή του με την μείωση των συγκρούσεων.
- σύνδεση διαφόρων προϋπαρχόντων τοπικών δικτύων σε ένα κτίριο.
- σύνδεση τοπικών δικτύων διαφορετικού τύπου (π.χ. 802.3 με 802.5).
- διαίρεση ενός τοπικού δικτύου σε περισσότερα, λόγω μεγάλου μήκους καλωδίων.
- σύνδεση δύο τοπικών δικτύων γεωγραφικά απομακρυσμένων.

Διακρίνουμε πέντε τύπους γεφυρών:

- Διαφανείς (Transparent)
- Μεταφραστικές (Translational- TL)
- Source Routing (SR)
- Source Routing Transparent (SRT)
- Encapsulating

★ Οι Μεταγωγείς Ethernet (switch)

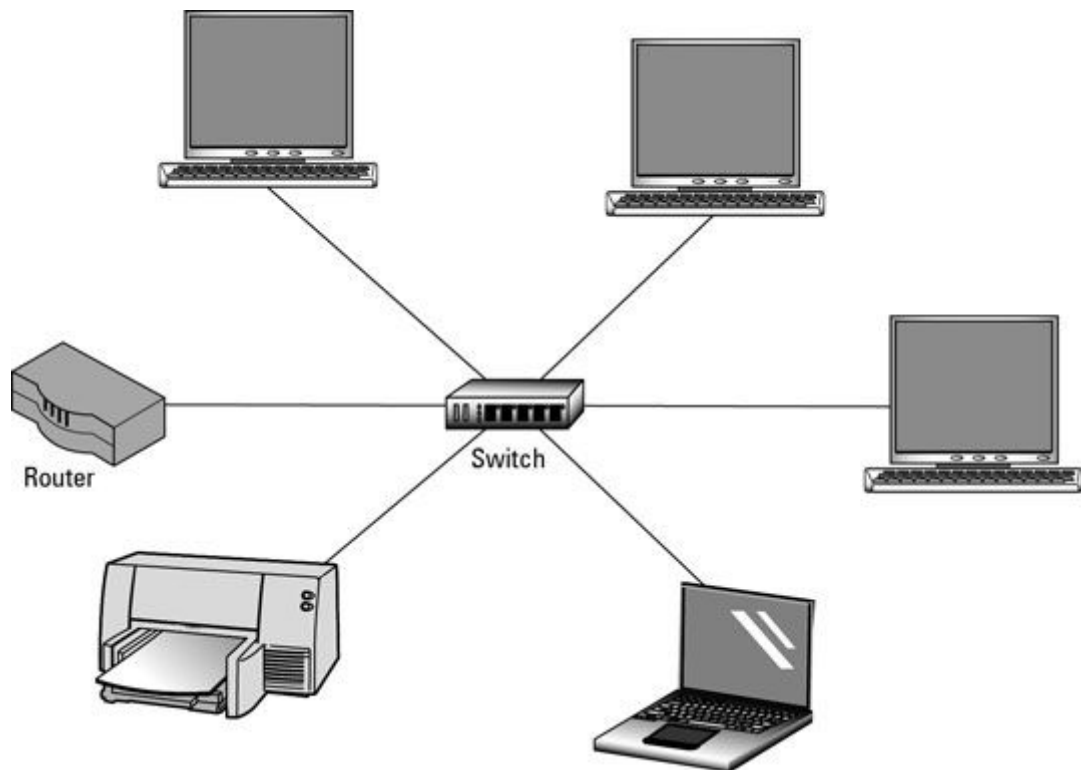


Εικόνα 10: Σχηματική αναπαράσταση ενός switch. [20]

★ Οι Δρομολογητές (Routers) κλπ

Οι δρομολογητές είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται όπως και οι γέφυρες για την διασύνδεση τοπικών δικτύων είτε τοπικά είτε μέσω δικτύων WAN. Λειτουργούν στο τρίτο επίπεδο του μοντέλου OSI, δηλαδή **δρομολογούν βάσει των IP διευθύνσεων και όχι βάσει της φυσικής διεύθυνσης (MAC address) του δεύτερου επιπέδου**. Η κύρια χρήση τους γίνεται όταν υπάρχουν περισσότερες από μία εναλλακτικές διαδρομές για τη σύνδεση τοπικών δικτύων, όπως στα δίκτυα βρόγχου.

Σχηματικά, αναπαρίσταται ως εξής:



Εικόνα 11: Σχηματική αναπαράσταση ενός δρομολογητή. [21]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΣΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

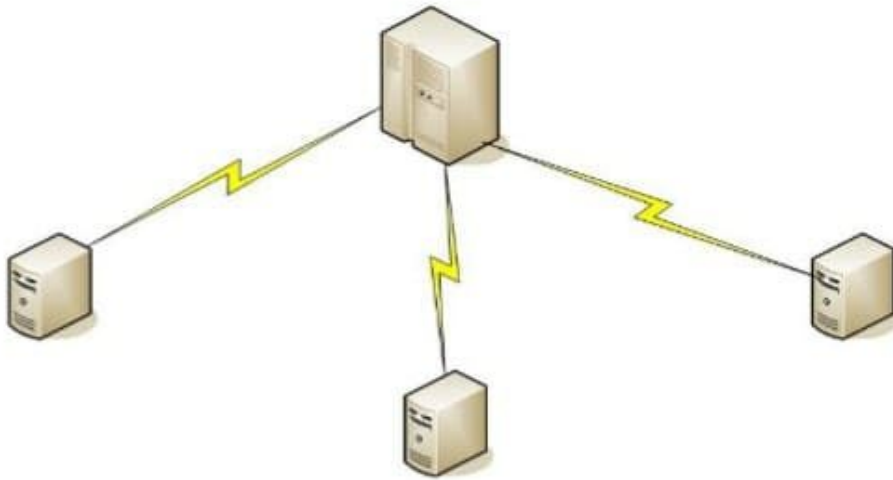
Ένα **μητροπολιτικό** δίκτυο ή αλλιώς, **αστικό** δίκτυο (Metropolitan Area Network-MAN) είναι ουσιαστικά μία “επέκταση” του τοπικού δικτύου και αυτό επειδή ότι μπορεί να καλύψει και μεγαλύτερες αποστάσεις, π.χ. από ένα τμήμα μιας εταιρείας με κάποιο άλλο τμήμα της ίδιας εταιρείας μέχρι και μια ολόκληρη πόλη. Συνήθως παρέχουν υψηλές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων (πάνω από 1 Mbps) και είναι switched end to end κατά μήκος αποστάσεων οι οποίες έχουν τυπικά ένα εύρος ανάμεσα σε 5 και 50 χιλιόμετρα. [23]

3.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Ονομαστικά, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε τα ακόλουθα τοπικά και μητροπολιτικά δίκτυα: ALOHA, Ethernet, Token Ring, Token Bus, FDDI, DQDB, ATM, Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet. Ακολουθεί μία λεπτομερής ανάλυση για το καθένα:

1. ALOHA

Το **ALOHA** είναι ένα πρωτόκολλο τυχαίας(random) προσπάσης που σχεδιάστηκε από το Πανεπιστήμιο της Hawai για ευρυζωνική πρόσβαση στο κανάλι μεταξύ ενός διακεκριμένου αριθμού χρηστών στο οποίο έχουν σχετικά χαμηλή ζήτηση. Εμφανίστηκε *νωρίτερα* από το γνωστό ETHERNET. Το πρωτόκολλο αυτό λειτουργεί για μεταγωγή πακέτων (packet-switched) πάνω σε σύνδεση **RF (Radio Frequency)**.



Εικόνα 12: Ένα απλό δίκτυο ALOHA το οποίο αποτελείται από ένα mainframe και τρία remote stations τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με τρία ασύρματα links.

Η λειτουργία του ALOHA έχει ως εξής: υπάρχει ένας κεντρικός κόμβος, που ονομάζεται **βασικός σταθμός**, "ακούει" τα πακέτα που μεταδίδονται από τους άλλους κόμβους στη συχνότητα $f_0 = 407$ MHz και τα αναμεταδίδει ο ίδιος σε συχνότητα $f_1 = 413$ MHz. Ο ρυθμός μετάδοσης των κόμβων είναι 9600 BPS. Όταν λάβει ο κεντρικός σταθμός ένα πακέτο που είναι σωστό το επιβεβαιώνει, αλλιώς καταλαβαίνει ότι έγινε κάποια σύγκρουση και οι κόμβοι ξαναστέλνουν τα πακέτα μετά από τυχαίο χρονικό διάστημα.

Υπάρχουν 2 βασικές εκδόσεις του ALOHA:

- **Pure Aloha**
- **Slotted Aloha**

Στην πρώτη έκδοση (**Pure Aloha**) **δεν** έχουμε συγχρονισμό (synchronization) ανάμεσα στους σταθμούς του συστήματος, επομένως οι κόμβοι μπορούν να αρχίσουν την μετάδοση όποτε θελήσουν, ενώ στη δεύτερη έκδοση (**Slotted Aloha**) χρησιμοποιούνται συγχρονισμένα χρονικά διαστήματα ώστε να βελτιώνεται η ζήτηση. Ο χρόνος διαιρείται σε χρονικά

υποδιαστήματα (slots) διάρκειας ίσης με το χρόνο που απαιτείται για τη μετάδοση ενός πακέτου. Τέλος, οι κόμβοι πρέπει να αρχίσουν τις μεταδόσεις τους από την **αρχή** του υποδιαστήματος.

2. ETHERNET (IEEE 802.3)

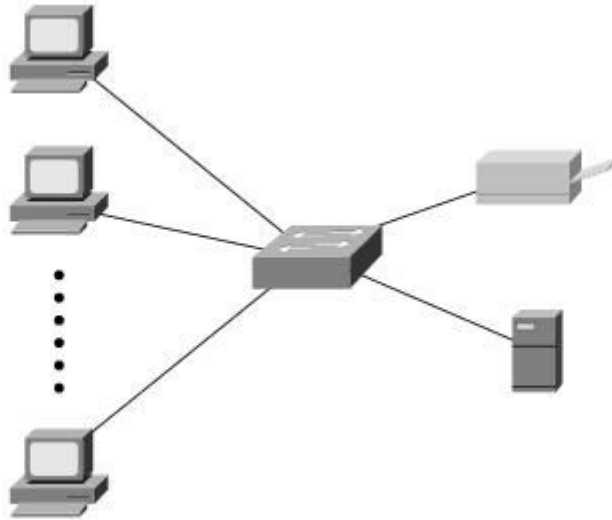
Το **πρότυπο 802.3 (Ethernet)** αναφέρεται σε συστήματα με ταχύτητες από 1-10 MBPS και μπορεί να μεταδοθεί σε μέσα μετάδοσης αρκεί να έχουν κοινό αλγόριθμο πρόσβασης στο δίκτυο τον **CSMA/CD** (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection - Πολλαπλή Πρόσβαση με Ανίχνευση Φέροντος και Ανίχνευση Σύγκρουσης). Αφου δεν υπάρχει σύστημα προτεραιοτήτων για να αποφασίζει ποιος σταθμός και πότε θα εκπέμπει, αυτό το κάνει ο αλγόριθμος CSMA/CD, περιγράφει δηλαδή **με ποιον τρόπο θα γίνει** η κατανομή του προσφερόμενου εύρους ζώνης.

Αρχή λειτουργίας του Ethernet.

Ο χρόνος διαιρείται σε υποδιαστήματα ίσα με το χρόνο εκπομπής ενός πακέτου, έτσι ώστε να συγχρονιστούν οι υπολογιστές μεταξύ τους και να αξιοποιηθεί καλύτερα το δίκτυο. Ένας σταθμός πολλαπλής πρόσβασης (Multiple Access) όταν έχει ένα πακέτο προς μετάδοση, ελέγχει το δίκτυο (Carrier Sense) και αν δεν χρησιμοποιείται από κανέναν χρήστη συνεχίζει την εκπομπή του πακέτου στο επόμενο υποδιάστημα (slot). Αν το slot είναι ήδη απασχολημένο, τότε επαναπρογραμματίζεται η εκπομπή για κάποιο άλλο, από τα επόμενα, slot.

Το πρόβλημα που έρχεται να λύσει ο αλγόριθμος με την ανίχνευση σύγκρουσης (collision detection algorithm), έχει σχέση με το **χρόνο διάδοσης της πληροφορίας στο μέσο**. Υπάρχει περίπτωση ένας σταθμός να ανιχνεύσει ελεύθερο κανάλι ενώ ήδη ένας άλλος σταθμός έχει αρχίσει να εκπέμπει, λόγω καθυστέρησης μετάδοσης της πληροφορίας σε όλο το μήκος του καλωδίου. Για αυτό κάθε σταθμός όταν αρχίσει την μετάδοση ενός πακέτου συνεχίζει “να ακούει” το κανάλι για να ανιχνεύσει πιθανή σύγκρουση του πακέτου. Στη χειρότερη περίπτωση, ένας σταθμός μπορεί να ανιχνεύσει τη σύγκρουση του πακέτου του, για όσο χρόνο χρειάζεται το σήμα να διανύσει δύο

φορές το μήκος του καλωδίου. Αν συμβεί κάποια σύγκρουση, σταματά η μετάδοση και προσπαθεί ξανά αργότερα.



Εικόνα 13: Ένα τυπικό δίκτυο ETHERNET το οποίο αποτελείται από κάποιους σταθμούς εργασίας διασυνδεδεμένους σε ένα switch. [27]

Περίληπτικά, το πρωτόκολλο MAC του Ethernet (CSMA-CD) καθορίζει ότι ένας κόμβος που έχει πακέτο προς μετάδοση πρέπει να ενεργήσει ως εξής:

1. Να περιμένει μέχρι ότου το κανάλι γίνει αδρανές.
2. Όταν το κανάλι είναι πλέον αδρανές, να μεταδώσει και “να ακούσει” το κανάλι ενώ μεταδίδει.
3. Σε περίπτωση σύγκρουσης, να σταματήσει τη μετάδοση του πακέτου, να μεταδώσει ένα σήμα “συνωστισμού”, να δείξει δηλαδή ότι υπάρχει ήδη κάποιος στο συγκεκριμένο κανάλι, και ύστερα να περιμένει κάποιο τυχαίο χρόνο καθυστέρησης και να επιστρέψει πάλι από την αρχή (στο Βήμα 1).

Το πρωτόκολλο *παραλείπεται* από την προσπάθεια μετάδοσης ύστερα από **16 διαδοχικές συγκρούσεις**. Η διάρκεια της τυχαίας καθυστέρησης μετά από μια σύγκρουση επιλέγεται σύμφωνα με έναν κανόνα ο οποίος ονομάζεται **αλγόριθμος εκθετικής δυαδικής**.

Η **πραγματική** απόδοση του δικτύου δεν είναι ακριβώς έτσι, επειδή στην πράξη ο χρόνος που καταναλώνεται σε συγκρούσεις μπορεί να είναι όλος ο προσφερόμενος και έτσι το σύστημα να οδηγηθεί σε αστάθεια ή μπορεί **κανένας** σταθμός να μην έχει πακέτα προς μετάδοση, οπότε **να μην έχουμε την βέλτιστη χρήση**. Επίσης, στην χειρότερη περίπτωση, μπορεί ένας σταθμός **να περιμένει επάπειρον** για εκπομπή ή **να βρίσκει συνέχεια το κανάλι κατειλημμένο ή τα πακέτα του συνέχεια να συγκρούονται**. Είναι φανερό ότι Ethernet των 10Mbps δεν έχει το απαραίτητο εύρος και δεν υπάρχει τρόπος για κατανομή του χρόνου ανάλογα με τις ανάγκες μιας εφαρμογής, όπως για παράδειγμα περιβάλλοντος SAN (=Storage Area Network). **Το κόστος υλοποίησης ενός δικτύου Ethernet είναι σχετικά μικρό**. Όμως, η τεχνολογία στρέφεται σε άλλες λύσεις και τοπολογίες στις οποίες ένα δίκτυο Ethernet θα μπορούσε να είχε τη θέση ενός τοπικού τμήματος.

3. TOKEN BUS (IEEE 802.4)

Στην ίδια τοπολογία με το ETHERNET βρίσκεται το Token Bus δίκτυο. Υπάρχει όμως μία πολύ βασική διαφορά μεταξύ τους: στο Token Bus δίκτυο **δεν** χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος CSMA/CD, αλλά ένα σύστημα κατανομής χρόνου με token (=κουπόνι) και προτεραιότητες. **Μόνο ένας** σταθμός μπορεί ανά πάσα στιγμή να “κατέχει” το κουπόνι (το κουπόνι είναι ένα πακέτο ελέγχου).

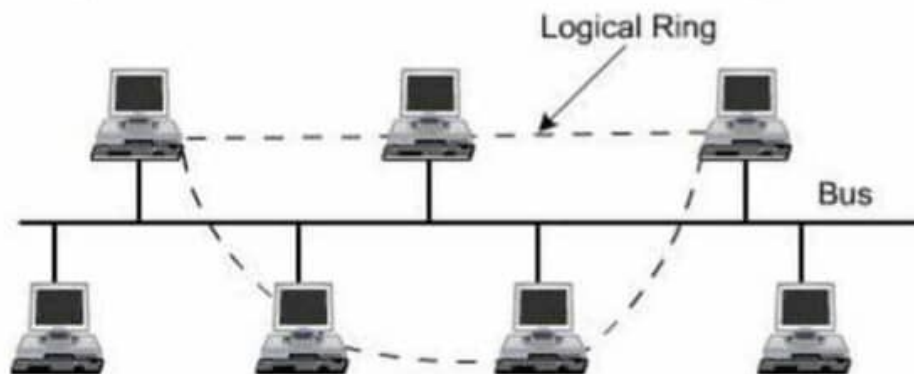
Αρχή λειτουργίας του Token Bus.

Η λογική της υλοποίησης είναι η εξής: Ένα χαρακτηριστικό του πρωτοκόλλου Ethernet, είναι ότι **όλοι οι σταθμοί έχουν δικαίωμα να εκπέμπουν οποιαδήποτε στιγμή**. Άρα αναπόφευκτα θα έχουμε συγκρούσεις. Στο Token Bus μόνο ο σταθμός ο οποίος έχει το κουπόνι έχει δικαίωμα εκπομπής για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Μετά το πέρας αυτού του χρονικού διαστήματος, δίνει το token στον επόμενο σταθμό και του παραχωρεί το δικαίωμα εκπομπής. Αν ένας σταθμός **δεν** έχει δεδομένα για εκπομπή τότε δίνει το token αμέσως στον επόμενο σταθμό. Με αυτόν τον τρόπο **δεν** έχουμε συγκρούσεις και αξιοποιείται ολόκληρο το σύνολο του εύρους φάσματος.

Οι σταθμοί έχουν επίσης και ένα **σύστημα προτεραιοτήτων**. Τα δεδομένα κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την προτεραιότητά τους, και όταν ένας σταθμός έχει δικαίωμα εκπομπής, εκπέμπει πρώτα τα δεδομένα **μεγαλύτερης προτεραιότητας**. Τέτοια δεδομένα θα μπορούσαν να είναι ο **ήχος** και η **εικόνα**. Πέρα από την δυνατότητα προτεραιοτήτων, παρέχει και τον **έλεγχο του χρόνου κατάληψης του καναλιού**. Μπορούμε να γνωρίζουμε εκ των προτέρων το ακριβές εύρος φάσματος που παραχωρείται σε κάθε σταθμό. Για παράδειγμα, σε ένα δίκτυο που είναι ισότιμα καταμεμημένο το εύρος φάσματος για τον κάθε σταθμό θα ήταν το **συνολικό δια τον αριθμό των σταθμών**. Είναι φανερό όμως πως μπορεί εύκολα να παραβιαστεί αυτό, γιατί μπορεί ένας σταθμός να έχει να μεταδώσει εικόνες → άρα θα χρειαστεί

περισσότερο χρόνο από κάποιον άλλο σταθμό που θέλει να μεταδώσει δεδομένα χωρίς εικόνες.

Ένα δίκτυο Token Bus είναι όμοιο με το δίκτυο Token Ring, όπως θα δούμε στην επόμενη υποπαράγραφο, και αυτό γιατί στο δίκτυο Token Ring ένας σταθμός πρέπει να έχει στην κατοχή του το token για να μπορέσει να μεταδώσει στο δίκτυο. Η τοπολογία όμως και η μέθοδος του token-passing στα δύο αυτά δίκτυα, διαφέρουν. Καθορίστηκαν τα πρότυπα του Token Bus και Token Ring να χαρακτηρίζονται δίκτυα **ευρείας** ζώνης, αντίθετα με το **Ethernet**, που θεωρείται ότι είναι τεχνική μετάδοσης **βασικής** ζώνης. Η τοπολογία του δικτύου μπορεί να περιέχει ομάδες από σταθμούς που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Οι σταθμοί μπορεί να είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους με κόμβους (τους λεγόμενους hubs) σε τοπολογική κατανομή αστέρα. Η τοπολογία του Token Bus είναι κατάλληλη για ομάδες χρηστών οι οποίοι βρίσκονται σε μικρή απόσταση. Το token και τα frames των δεδομένων περνάνε από τον ένα σταθμό στον άλλο ακολουθώντας την αριθμητική αλληλουχία των σταθμών, όπως έχουν οριστεί από τον διαχειριστή. Ο τελευταίος σταθμός στη σειρά, περνάει το token πίσω στον πρώτο σταθμό. Το token δεν ακολουθεί την φυσική σειρά των σταθμών που είναι συνδεδεμένοι στο καλώδιο. Παραδείγματος χάριν, ο σταθμός 2 μπορεί να είναι στο τέλος του καλωδίου, ο σταθμός 3 στην αρχή και στην μέση ο σταθμός 4.



Εικόνα 14: Ένα τυπικό δίκτυο Token Bus. Σχηματικά, μπορούμε να διακρίνουμε την διαφορά που μπορεί να έχει η λογική από την φυσική τοπολογία όσον αφορά την ροή της πληροφορίας ανάμεσα στους σταθμούς. [28]

4. TOKEN RING (IEEE 802.5)

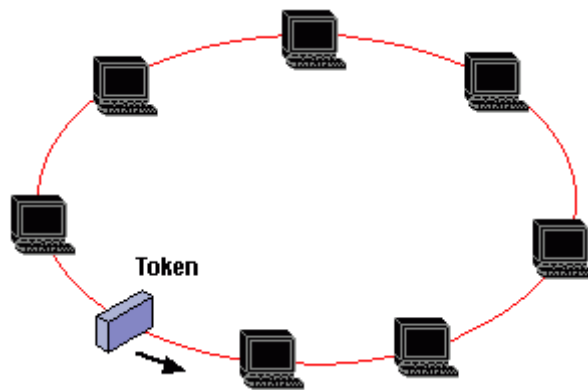
Το Token Ring είναι ένα πρωτόκολλο LAN. Το πρωτόκολλο **δεν** έχει σχεδιαστεί δίνοντας βάρος στις **τεχνικές αποφυγής συγκρούσεων**, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι δύο σταθμοί μπορούν να μεταδώσουν την ίδια στιγμή προς την ίδια κατεύθυνση. Για να αποφύγουμε την περίπτωση της σύγκρουσης δημιουργήθηκε ο **έλεγχος πρόσβασης στο μέσο**. Αυτός ο έλεγχος γίνεται με χρήση ενός control (permission) που ονομάζεται token. Το token περνά από τον έναν σταθμό στον άλλο με βάση μια σειρά κανόνων. Όλοι οι σταθμοί στην σειρά έχουν σχήμα δακτυλίου. Τα δεδομένα περνάνε διαδοχικά από τον έναν σταθμό στον άλλο. Μόνο ο σταθμός που έχει στην κατοχή του το token μπορεί να μεταδώσει δεδομένα. Κάθε σταθμός επαναλαμβάνει τα δεδομένα, ελέγχει για λάθη και τα αντιγράφει εάν προορίζονται για αυτόν. Όταν τα δεδομένα φτάσουν στον σταθμό για τον οποίο προοριζόταν τότε φεύγουν από τον δακτύλιο. Το Token Ring **υποστηρίζει τον ορισμό προτεραιοτήτων** (priorities) όσον αφορά την μετάδοση της πληροφορίας.

Αρχή λειτουργίας του Token Ring.

Όταν ένας σταθμός πρόκειται να στείλει δεδομένα, πρώτα περιμένει να αποκτήσει το token. Όταν λάβει το token, ξεκινάει την μετάδοση του frame, που περιέχει στο header την διεύθυνση του σταθμού για το οποίο προορίζεται. Εκτός από την μετάδοση του frame, ο σταθμός προορισμού διατηρεί ένα αντίγραφο του, θέτοντας στο πίσω μέρος του frame τα λεγόμενα response bits. Η απελευθέρωση του token γίνεται με δύο τρόπους ανάλογα με την ταχύτητα του ring: σε αργές υλοποιήσεις (4Mbps) όπου το token δίνεται στον επόμενο σταθμό μόνο όταν παραλάβει ο σταθμός **και τα response bits** και σε γρήγορες υλοποιήσεις (16Mbps) όπου το token ελευθερώνεται αφού μεταδοθεί και το **τελευταίο** bit του frame. Η σχεδίαση του Token Ring προβλέπει οι **κάρτες των υπολογιστών να είναι ενεργοί αποδέκτες του**

σήματος. Κάθε σταθμός διαθέτει δέκτη και πομπό και συμμετέχει ενεργά στην διάδοση του σήματος.

Δημιουργούνται όμως προβλήματα **αξιοπιστίας** του δικτύου. Στο Ethernet αν κάτι χαλάσει οι υπόλοιποι σταθμοί δεν θα παρουσιάσουν πρόβλημα. Στο Token Ring αν χαλάσει κάτι ή όταν απενεργοποιηθεί ένας σταθμός, θα τεθεί εκτός λειτουργίας **όλο το δίκτυο**. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με συγκέντρωση των καλωδίων όλων των σταθμών σε ένα **συγκεντρωτή** (concentrator), με διακόπτες απομόνωσης (terminators). Αν κάποιος σταθμός παρουσιάσει πρόβλημα *τίθεται εκτός δικτύου* αυτόματα και η ροή της πληροφορίας *συνεχίζεται χωρίς διακοπή*.

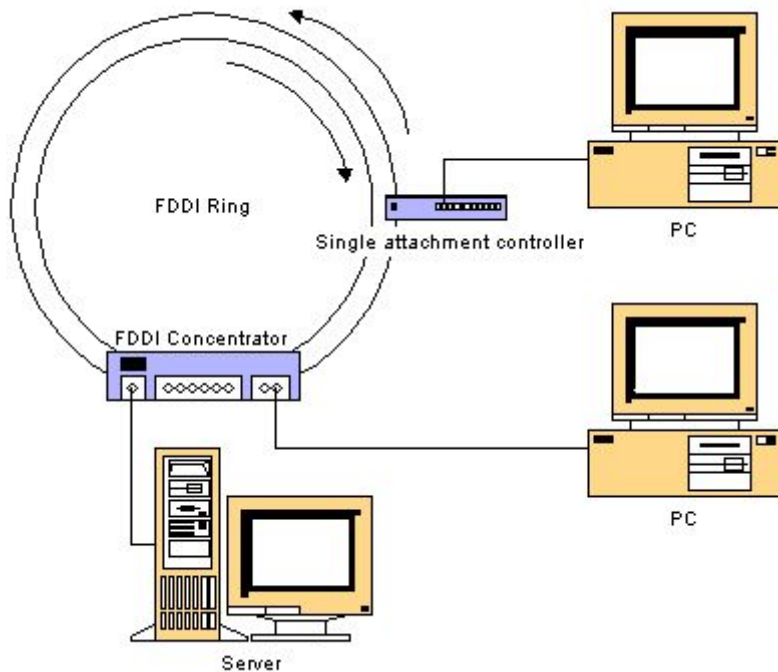


Εικόνα 15: Ένα τυπικό δίκτυο Token Ring. Μόνο ο σταθμός που έχει το token μπορεί να ξεκινήσει την μετάδοση των δεδομένων. [29]

Όπως στο Token Bus έτσι και στο Token Ring, **μόνο** ο σταθμός που κατέχει το token έχει δικαίωμα εκπομπής. Μόλις φτάσει ένα ελεύθερο token ο σταθμός επισημαίνει πως είναι “κατειλημμένο” και τοποθετεί τα δεδομένα του στο frame.. Οι ταχύτητες οι οποίες υποστηρίζουν τα σύγχρονα δίκτυα Token Ring είναι 4 ή 16Mbps. Ανάλογα συμπεράσματα με αυτά που αναφέρθηκαν για το Token Bus, ισχύουν και στο Token Ring. Το Token Ring ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των εφαρμογών που μεταφέρουν τεράστιες ποσότητες δεδομένων, όμως το προσφερόμενο εύρος φάσματος δεν χρησιμοποιείται πλέον αρκετά, μιας και δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις σύγχρονες απαιτήσεις δικτύωσης.

5. FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

Το **FDDI** (Fiber Distributed Data Interface) είναι ένα σύνολο από ANSI πρωτόκολλα για μετάδοση ψηφιακών δεδομένων πάνω σε καλώδιο οπτικής ίνας. Τα FDDI δίκτυα είναι δίκτυα token-passing και υποστηρίζουν ρυθμό μετάδοσης δεδομένων μέχρι και 100MPS.



Εικόνα 16: Σχηματική αναπαράσταση ενός Fiber Distributed Data Interface δικτύου. [30]

Αρχή λειτουργίας του FDDI.

Το FDDI χρησιμοποιεί ένα πρωτόκολλο **MAC** με κουπόνι, στο οποίο η δομή των πλαισίων είναι παρόμοια με εκείνων του IEEE 802.5 (Token Ring). Η κίνηση στο FDDI μπορεί να είναι **σύγχρονη** ή **ασύγχρονη**.

Η σύγχρονη κίνηση πρέπει να μεταδοθεί μέσα σε μικρό χρόνο. Η ασύγχρονη κίνηση, όπως η κίνηση των δεδομένων, μπορεί και να δεχτεί μεγάλες μεταβλητές καθυστερήσεις, ανάλογα με τις απαιτήσεις μας. Οι κόμβοι αρχίζουν με διαπραγμάτευση της τιμής μιας παραμέτρου, όπου αυτό

ονομάζεται “σκοπούμενος χρόνος περιστροφής του κουπονιού TTRT” (Target Token Rotation Time).

Για κάθε κόμβο i διατίθεται ένας χρόνος $S(i) \geq 0$ για τη σύγχρονη κίνησή του έτσι ώστε $\sum S(i) \leq TTRT$ όταν το άθροισμα λαμβάνεται σ' όλους τους κόμβους. Το πρωτόκολλο MAC εξασφαλίζει ότι ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών επισκέψεων του κουπονιού σ' οποιονδήποτε κόμβο **ποτέ** δεν υπερβαίνει το **$2 \times TTRT$** . Επιπλέον, κάθε φορά που δέχεται το κουπόνι, ο κόμβος i μπορεί να μεταδώσει σύγχρονη κίνηση σε διάρκεια έως $S(i)$ δευτερόλεπτα. Κάθε κόμβος του FDDI χρησιμοποιεί **δύο χρονόμετρα** για την υλοποίηση αυτού του πρωτοκόλλου MAC:

- **Το χρονόμετρο της περιστροφής του κουπονιού TRT** (Token Rotation Timer) το οποίο μετρά αθροιστικά
- **Το χρονόμετρο της διατήρησης του κουπονιού THT** (Token Holding Timer) το οποίο μετρά αντίστροφα.

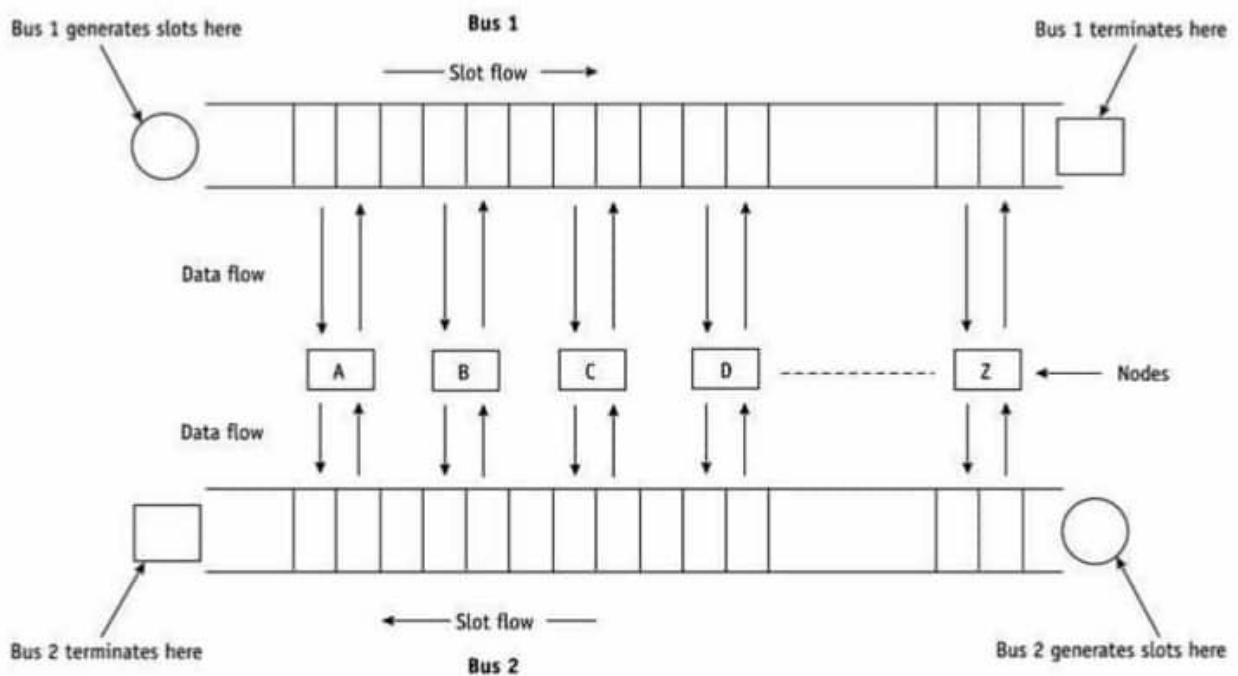
Όταν ο κόμβος i πάρει το κουπόνι, εκτελεί τα εξής βήματα:

1. Θέτει $THT = TTRT - TRT$.
2. Θέτει $TRT = 0$.
3. Μεταδίδει τη σύγχρονη κίνηση για μέχρι $S(i)$ δευτερόλεπτα. Αν ο THT είναι ακόμη θετικός, μπορεί να μεταδώσει την ασύγχρονη κίνηση έως ότου $THT = 0$.
4. Αφήνει το κουπόνι να περάσει.

Παρατηρούμε ότι αν ένας κόμβος μεταδίδει για πολύ χρόνο πριν αφήσει το κουπόνι, τότε η τιμή του χρονομέτρου του TRT είναι υψηλή την επόμενη φορά που θα πάρει το κουπόνι. Συνεπώς, η τιμή του $THT = TTRT - TRT$ είναι μικρή κι εμποδίζει τον κόμβο να μεταδώσει πολλά πακέτα, κάτι που αποτρέπει τη συμφόρηση του δικτύου. **Ο χειρισμός των πλαισίων των πακέτων στο FDDI γίνεται όπως στο πρωτόκολλο MAC του IEEE 802.5 (Token Ring).**

6. DQDB (IEEE 802.6 - Distributed Queue Dual Bus)

Το **DQDB** (Distributed Queue Dual Bus) είναι ένα πρωτόκολλο επιπέδου Σύνδεσης Δεδομένων, το οποίο είναι σχεδιασμένο για χρήση κυρίως σε MAN δίκτυα. Το DQDB επιτρέπει πολλαπλά συστήματα να αλληλοσυνδέονται μεταξύ τους χρησιμοποιώντας δύο λογικούς διαύλους μονόδρομης κατεύθυνσης. Είναι ένα ανοιχτό πρωτόκολλο που έχει σχεδιαστεί να είναι συμβατό με **όλα** τα πρότυπα μετάδοσης αλλά και τα πρότυπα του **B-ISDN**(Broadband Integrated Services Digital Network).



Εικόνα 17: Σχηματική αναπαράσταση ενός Distributed Queue Dual Bus δικτύου.

[31]

Αρχή λειτουργίας του DQDB.

Το DQDB αναφέρεται στην *τοπολογία* και στις *τεχνικές ελέγχου πρόσβασης* και μπορεί να είναι υποδίκτυο σε ένα ευρύτερο δίκτυο. Τοπολογικά, μπορεί να εκτείνεται από λίγα χιλιόμετρα μέχρι 50 Km. Τα υποδίκτυα DQDB συνδέονται με γέφυρες ή δρομολογητές. Η μετάδοση δεδομένων στις δύο αρτηρίες γίνεται ανεξάρτητα, για αυτό και ο πραγματικός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι δύο φορές ο ρυθμός μετάδοσης

δεδομένων της μιας αρτηρίας. Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε την εξής ορολογία:

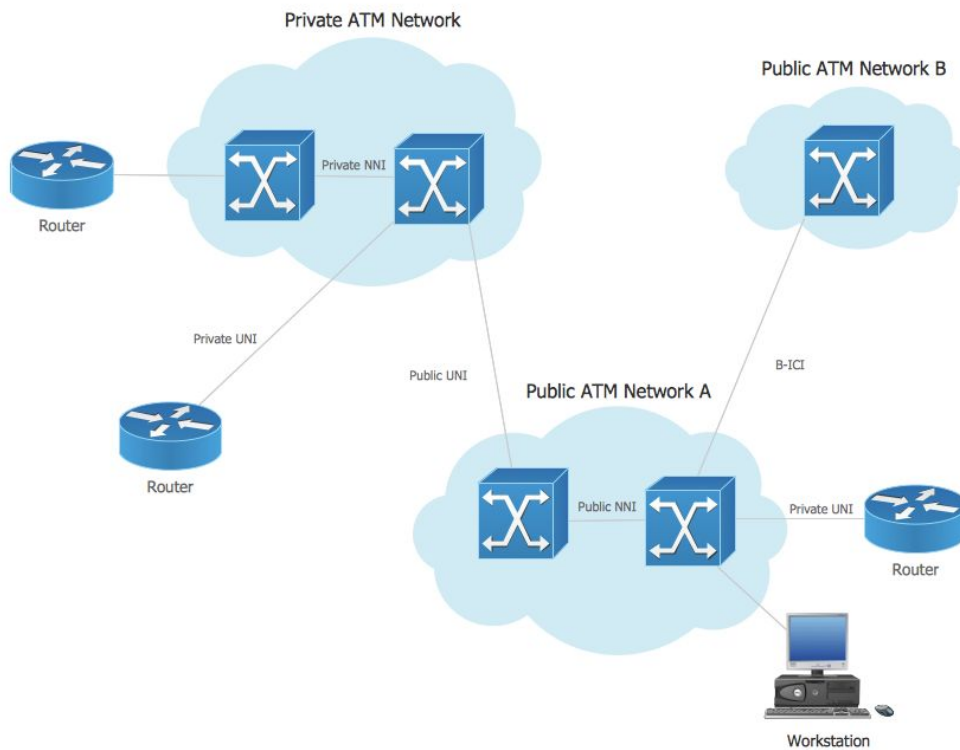
- **upstream(A)** θα αναφέρουμε το άνω ρεύμα στην αρτηρία A
- **downstream(A)** το κάτω ρεύμα στην αρτηρία A.
- Ο κόμβος που βρίσκεται αριστερότερα από όλους τους υπόλοιπους θα λέγεται **κεφαλή(A)** (head) της αρτηρίας A.

Παρόμοια ορίζουμε το **upstream(B)** το **downstream(B)** καθώς και την **κεφαλή(B)**.

7. ATM (Asynchronous Transfer Mode)

Το ATM (Asynchronous Transfer Mode) είναι ένα πρότυπο που δημιουργήθηκε από την International Telecommunication Union –Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) για την μεταφορά κελιών (cell relay), στο οποίο η πληροφορία, σε διάφορους τύπους υπηρεσιών, όπως είναι η φωνή, το video ή τα δεδομένα, μεταφέρεται μέσα σε μικρά κελιά με το ίδιο σταθερό μέγεθος.

Τα ATM δίκτυα είναι κυρίως connection-oriented, δηλαδή για να πραγματοποιήσουν κάποια μεταφορά δεδομένων, πρέπει να αποκαταστήσουν κάποια επικοινωνία ανάμεσα σε δύο άκρα δηλαδή πρώτα αποκαθιστούν ένα κύκλωμα μεταξύ των δύο άκρων το οποίο παραμένει ενεργό καθ'όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας. [24] [25]



Εικόνα 18: Ένα Ιδιωτικό ATM δίκτυο καθώς και ένα Δημόσιο ATM δίκτυο που μεταφέρουν φωνή, video αλλά και δεδομένα. [32]

Αρχή λειτουργίας του ATM.

Το ATM είναι μία τεχνολογία **μεταγωγής κελιών και πολύπλεξης** που συνδυάζει τα οφέλη της μεταγωγής κυκλώματος με τα οφέλη της μεταγωγής πακέτων (τα οποία είναι η ευελιξία, η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα στην διακίνηση μη συνεχούς ροής πληροφορίας). Παρέχει κλιμακωτό bandwidth από μερικά MBPS έως αρκετά GBPS.

Το ATM μεταφέρει πληροφορία σε μονάδες σταθερού μεγέθους που ονομάζονται **cells**. Κάθε cell αποτελείται από 53 bytes. Τα πρώτα 5 bytes περιέχουν τον *header* του cell και τα υπόλοιπα 48 περιέχουν το “ωφέλιμο φορτίο” (*payload*), δηλαδή την πραγματική πληροφορία η οποία πρέπει να διακινηθεί μέσω του δικτύου. Τα μικρά αυτά σταθερού μεγέθους cells ταιριάζουν πολύ καλά στην μετάδοση φωνής και video διότι τέτοιου είδους

κίνηση δεν παρουσιάζει ανοχή σε καθυστερήσεις που προκύπτουν από την ανάγκη να περιμένει κανείς την μετάδοση ενός μεγάλου πακέτου.

Υπάρχουν **3 τύποι υπηρεσιών** που υποστηρίζει το ATM:

- Μόνιμα Εικονικά Κυκλώματα (PVC – Permanent Virtual Circuits)
- Μεταγωγούμενα Εικονικά Κυκλώματα (SVC–Switched Virtual Circuits)
- Ασύρματες Υπηρεσίες (Connectionless Services)

8. FAST ETHERNET (100MBPS Ethernet)

Το FAST ETHERNET δημιουργήθηκε ώστε να μελετηθεί το Ethernet στα 100 Mbps. Διασπάστηκε σε 2 κομμάτια:

- ★ το Fast Ethernet Alliance
- ★ την 100VG AnyLAN Forum.

Το επίμαχο ζήτημα ήταν η μέθοδος πρόσβασης στο μέσο. Η δουλειά του Fast Ethernet Alliance οδήγησε στο πρότυπο 802.3u που χρησιμοποιεί το πρότυπο 100 BaseT και έχει MAC συμβατό με το MAC του Ethernet των 10 MBPS. Η δουλειά της 100VG AnyLAN Forum οδήγησε στο πρότυπο 802.12. Το 100VG AnyLAN δεν αποτέλεσε εμπορική επιτυχία.

Αρχή λειτουργίας του Fast Ethernet.

Το Fast Ethernet βασίστηκε και χρησιμοποίησε το προϋπάρχον IEEE 802.3 CSMA/CD πρότυπο. Διατήρησε την μορφή του πλαισίου, το μέγεθος του και την μορφή εντοπισμού λαθών. Το Fast Ethernet υποστηρίζει την ανακάλυψη της ταχύτητας του δικτύου μέσω των FLPs (Fast Link Pulses). Οι routers του Fast Ethernet πρέπει να ελέγχουν αν η κάρτα με την οποία είναι συνδεδεμένοι έχει την δυνατότητα να μεταδώσει με ταχύτητα 100 MBPS, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτό το πρότυπο. Παρατηρείται επίσης ότι σε ένα τμήμα του Fast Ethernet είναι δυνατή η σύνδεση **μόνο 2** NICs (Network Interface Controller). Αυτό συμβαίνει επειδή η τυπική φυσική τοπολογία ενός Fast

Ethernet δεν είναι πλέον τοπολογία αρτηρίας αλλά **τοπολογία αστέρα**. Στο κέντρο του αστέρα βρίσκεται ένας *συγκεντρωτής* ή μία *γέφυρα* ή ένας *δρομολογητής*.

9. GIGABIT ETHERNET(1000MBPS Ethernet)

Το Gigabit Ethernet αποτελεί μια επέκταση του προτύπου IEEE 802.3 (Fast Ethernet) το οποίο υποστηρίζει ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων μέχρι και 1 GBPS. Το πρότυπο που περιγράφει τις βασικές λειτουργίες του είναι το **802.3z**. Δύο τεχνολογίες χρησιμοποιήθηκαν για να επιταχυνθεί στα 1 GBPS: το Ethernet IEEE 802.3 και το ANSI X3T11 Fibre Channel. Το Fibre Channel χρησιμοποιείται ακόμα σε διασύνδεση περιφερειακών και σταθμών εργασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]:https://www.google.com/search?q=%CE%B9%CE%B4%CE%B9%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF&safe=active&client=ubuntu&hs=Jvx&channel=fs&tbm=isch&source=Inms&sa=X&ved=0ahUKEwiAjr-86YbfAhVBEiwKHRaTDH4Q_AUICigB&biw=1533&bih=748&dpr=1#imgsrc=FgzDqwtA-UAMP:
- [2]:https://www.google.com/search?safe=active&client=ubuntu&hs=sXY&channel=fs&biw=1533&bih=748&tbm=isch&sa=1&ei=DNEkXKsPzvaTBbeNpugE&q=public+network&oq=public+network&gs_l=img.3..0i19l4j0i30i19j0i5i30i19j0i8i30i19l4.26191.29382..29591...0.0..0.229.2734.0j10j4.....1....1..gws-wiz-img.....0j0i30.ThGdrLd-rn4#imgsrc=mAmk1KUrLZS1YM:
- [3]:https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF_%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%8E%CE%BD
- [4]:<https://blogs.sch.gr/8bblog/2011/02/07/%CF%80%CE%BB%CE%B5%CE%BF%CE%BD%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CE%BF%CE%BD%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%8D%CF%89/>
- [5]:<http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSB101/4/28.73/>
- [6]:<https://prezi.com/iywyuwqcnd5l/presentation/>
- [7]:<https://sites.google.com/site/elektronikoenklema2012/ti-einai-elektroniko-enklema>
- [8]:https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF_%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%8E%CE%BD
- [9]:http://www.it.uom.gr/project/MultimediaTechnologyNotes/chap2d_2.htm
- [10]: Δίκτυα Υπολογιστών, ANDREW S. TANENBAUM, DAVID J. WETHERALL, 5η Αμερικάνικη έκδοση, εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2011
- [11]:<http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C104/423/2835.10773/>
- [12]: Δίκτυα Επικοινωνιών, Jean Walrand
- [13]:https://www.google.com/search?q=%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CF%89%CF%84%CE%AE+%CF%84%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1&safe=active&client=ubuntu&hs=LIO&channel=fs&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiZvfTswYffAhVCXMAKHclRCAAQ_AUIDigB&biw=1533&bih=748#imgsrc=rTxPtfbmueGsjM:
- [14]:https://www.google.com/search?safe=active&client=ubuntu&hs=T73&channel=fs&biw=1533&bih=748&tbm=isch&sa=1&ei=BicHXN_IE9GD8gKT_Jol&q=bus+topology&oq=bus+topology&gs_l=img.3..0i19l10.188033.197079..197196...0.0..0.140.1458.0j11.....1....1..gws-wiz-img.....0j0i67j0i30.UkoO_Gu5pnl#imgdii=dKbolyt0BmewlM:&imgsrc=sLYy6yDHQpbhDM:
- [15]:https://www.google.com/search?safe=active&client=ubuntu&channel=fs&biw=1533&bih=748&tbm=isch&sa=1&ei=zCcHXLc0NtCtgAaUmZKqBA&q=bus+tree+topology&oq=bus+tree+topology&gs_l=img.3..0i8i30i3.150833.151453..151797...0.0..0.136.659.0j5.....1....1..gws-wiz-img.....0i7i30j0i8i7i30.SA87wJxWKD8#imgsrc=WWX62a9yMOo9JM:
- [16]:<https://www.google.com/search?safe=active&client=ubuntu&channel=fs&biw=1533&bih=748&tbm=isch&sa=1&ei=ZSgHXLSGOKTQgAbq6oQQAQ&q=%CF%84%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%BB>

[%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1+%CE%B4%CE%B1%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BB%CE%AF%CE%BF%CF%85&oq=%CF%84%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1+%CE%B4%CE%B1%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BB%CE%AF%CE%BF%CF%85&gs_l=img.3...184535.189065..189190...1.0..0.149.2450.0j19.....1....1..gws-wiz-img.....0j0i67j0i24.gaSmeCYCEVA#imgrc=nDNQ_5XvzS6VDM:](#)

[17]:[\[18\]:\[\\[19\\]:\\[\\\[20\\\]:\\\[\\\\[21\\\\]:\\\\[\\\\\[22\\\\\]:<http://teacher-nik.freesevers.com/NetworksTopology1.htm>\\\\]\\\\(https://www.google.com/search?safe=active&client=ubuntu&channel=fs&biw=1533&bih=748&tbm=isch&sa=1&ei=qdEHXJjCFqPNrgS074CgDg&q=routers+network&oq=routers+network&gs_l=img.3..0i19j0i8i30i19i5.4796.6303..6574...0.0..0.192.841.0j6.....1....1..gws-wiz-img.Pv8czqFRuno#imgrc=7otU8jA2mRcSWM:</p></div><div data-bbox=\\\\)\\\]\\\(https://www.google.com/search?safe=active&client=ubuntu&channel=fs&biw=1533&bih=748&tbm=isch&sa=1&ei=ldMHXKf3AsOOmgWOHL7wDg&q=%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CF%82+Ethernet+%28switch%29+diagra&oq=%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CF%82+Ethernet+%28switch%29+diagra&gs_l=img.3...8052.9401..10085...0.0..0.166.963.0j6.....1....1..gws-wiz-img.ZXrJB6LrFCU#imgrc=Oii6edOI4PqyIM:</p></div><div data-bbox=\\\)\\]\\(https://www.google.com/search?safe=active&client=ubuntu&channel=fs&biw=1533&bih=748&tbm=isch&sa=1&ei=kMsHXMz7A8WtsWg14I6wBQ&q=bridges+network&oq=bridges+network&gs_l=img.3..0i19i2j0i8i30i19.142329.148932..149568...0.0..0.209.2433.0j14j1.....1....1..gws-wiz-img.....0j0i30j0i5i30i19.ynAVbFgqUcc#imgrc=_w7yKRJ5RYIb1M:</p></div><div data-bbox=\\)\]\(https://www.google.com/search?safe=active&client=ubuntu&hs=l2t&channel=fs&biw=1533&bih=748&tbm=isch&sa=1&ei=CsYHXLzGcGgsgG30ZHoDA&q=%CE%A3%CF%85%CE%B3%CE%BA%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%81%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%82+UTP+%28hub%29&oq=%CE%A3%CF%85%CE%B3%CE%BA%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%81%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%82+UTP+%28hub%29&gs_l=img.3...745790.745790..746449...0.0..0.153.153.0j1.....1....1j2..gws-wiz-img.Kylu-eS2RI8#imgrc=6aGIAF2hwfzR_M:</p></div><div data-bbox=\)](https://www.google.com/search?safe=active&client=ubuntu&hs=khE&channel=fs&biw=1533&bih=748&tbm=isch&sa=1&ei=8cUHXMC7DcS7swGA2p-gDA&q=repeaters&oq=repeaters&gs_l=img.3..0j0i30i9.18146.20783..23778...1.0..0.281.1561.0j9j1.....1....1..gws-wiz-img.....0i10.UqP1iQVFrh4#imgrc=LAF9sAnL32IGHM:</p></div><div data-bbox=)

[23]:https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC_%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%B1

[24]: Τηλεπικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών, 10η έκδοση, Αλεξόπουλος - Λαγογιάννης, 2016

[25]: Stallings (1987). Local Networks, Macmillan, 1987

[26]: www2.cs.ucy.ac.cy/~nicolast/courses/lectures/lecture17.pps

[27]:[\[28\]:\[\\[29\\]:\]\(https://www.google.com/search?q=token+bus&safe=active&client=ubuntu&hs=Jow&channel=fs&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiOopXz58LfAhULzaQKHYbsAjwQ_AUIDigB&biw=1533&bih=748#imgdii=bkjSOF3lgohiHM:&imgrc=zSCHK6KuD2nmzM:</p></div><div data-bbox=\)](https://www.google.com/search?safe=active&client=ubuntu&hs=qYu&channel=fs&biw=1533&bih=748&tbm=isch&sa=1&ei=T-UkXKyWM-WHrwTM6bjICQ&q=ETHERNET+802.3+DIAGRAM&oq=ETHERNET+802.3+DIAGRAM&gs_l=img.3...41904.45121..45334...1.0..1.701.2932.4-1j3j1.....1....1..gws-wiz-img.....0i19j0i7i30i19.FmBN6GK8C94#imgrc=hPx-jLHaGCRSjM:</p></div><div data-bbox=)

[30]:https://www.google.com/search?q=FDDI&safe=active&client=ubuntu&hs=Goc&channel=fs&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjlv4u38cLfAhWoM-wKHaQhCd0Q_AUIDigB&biw=1533&bih=748#imgrc=d237LG0YiYBp2M:

[31]:https://www.google.com/search?safe=active&client=ubuntu&hs=Muy&channel=fs&biw=1533&bih=748&tbm=isch&sa=1&ei=NZMnXNHXMI3psAe2vpawCg&q=DQDB+PROTOCOL&oq=DQDB+PROTOCOL&gs_l=img.3...50531.53294..53562...0.0..0.143.1824.0j14.....1....1..gws-wiz-img.T0oyPJCK_yw#imgrc=zu0RpVhF2-9d4M:

[32]:https://www.google.com/search?safe=active&client=ubuntu&channel=fs&biw=1533&bih=748&tbm=isch&sa=1&ei=BZcnXIfXNcPsrqTYv6L4BQ&q=PUBLIC+AND+PRIVATE+ATM+PROTOCOL&oq=PUBLIC+AND+PRIVATE+ATM+PROTOCOL&gs_l=img.3...13538.17352..17581...0.0..0.191.2958.0j19.....1....1..gws-wiz-img.3LZps-AKM98#imgdii=VegHPfK1zddstM:&imgrc=1QCo_vVf6HJh0M: