



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ**

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ**

*ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ*

***ΔΙΚΤΥΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ***

***ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ***

---

---

***ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ***

---

---

***ΚΑΠΕΡΩΝΗΣ ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΚΑΡΟΛΟΣ***

**A.M. 5778**

***ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ***

**ΠΑΤΡΑ 2016**



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

---

<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>I</b>
<b>ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ</b> .....	<b>1</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ</b> .....	<b>4</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΟΜΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2.1 ΦΥΣΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2.2 ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2.3 ΔΙΚΤΥΟ (NETWORK)</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2.4 ΜΕΤΑΦΟΡΑ (TRANSPORT)</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2.5 ΣΥΝΟΔΟΣ (SESSION)</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2.6 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ( PRESENTATION)</b> .....	<b>13</b>

<b>2.2.7 ΕΦΑΡΜΟΓΗ (PRESENTATION) .....</b>	<b>13</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>15</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ .....</b>	<b>19</b>
<b>4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑΣ ΓΙΑ ΕΠΙΛΟΣΗ ΣΕΙΡΑΣ .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑΣ ΔΙΠΛΩΝ ΠΑΚΕΤΩΝ .....</b>	<b>20</b>
<b>4.3 ΑΝΑΜΕΤΑΛΟΣΗ ΧΑΜΕΝΩΝ ΠΑΚΕΤΩΝ .....</b>	<b>20</b>
<b>4.4 ΑΠΟΦΥΓΗ ΤΗΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΑΚΕΤΩΝ ΕΞΑΙΤΙΑΣ ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ .....</b>	<b>20</b>
<b>4.5 ΈΛΕΓΧΟΣ ΡΟΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΦΥΓΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....</b>	<b>21</b>
<b>4.6 ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ .....</b>	<b>22</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ .....</b>	<b>24</b>
<b>5.1 ΑΤΜ.....</b>	<b>24</b>
<b>5.1.1 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΑΤΜ.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1.2 ΚΕΛΙΑ ΤΟΥ ΑΤΜ.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3 ΜΕΤΑΓΩΓΗ ΚΕΛΙΩΝ.....</b>	<b>27</b>
<b>5.1.4 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ .....</b>	<b>29</b>
<b>5.1.5 ΚΡΙΤΙΚΗ ΤΟΥ ΑΤΜ .....</b>	<b>30</b>

<b>5.2 Το Πρωτόκολλο Μεταφοράς Πακέτων FTP ( File Transfer Protocol ).....</b>	<b>32</b>
<b>5.2.1 Γενικό Μοντέλο και Διασύνδεση του Χρήστη του FTP .....</b>	<b>33</b>
<b>5.2.2 Διαδικασία Σύνδεσης .....</b>	<b>33</b>
<b>5.2.3 Ανώνυμη Πρόσβαση .....</b>	<b>34</b>
<b>5.2.4 Μεταφορά Αρχείων προς τις Δύο Κατευθύνσεις.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2.5 Μεταφορά Αρχείων προς τις Δύο Κατευθύνσεις.....</b>	<b>35</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>37</b>



# ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

---

---

ABR (Available bit rate)

ASCII (american standard code for information interchange)

ARP Automatic Routing Protocol, Address Resolution Protocol

ASK (Amplitude shift-keying)

ATM (asynchronous Transfer Mode)

CBR (Constant bit Rate)

CLP (Cell Loss Priority)

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

DLC (Data Link Control)

DNS (Domain Name System)

DSL (Digital subscriber line)

EBCDIC (Extensible Binary Coded Decimal Interchange)

FM (Frequency Modulation)

FTP (File Transfer Protocol)

GFC (Generic flow control)

HEC (Header Error Control)

ICMP (Internet Control Message Protocol)

IP (Internet Protocol)

IrDA (Infrared Data Association)

ISO (International Standards Organization)

IPX (Internet Packet Exchange)

LAN (Local Area Network)

LAPB (Link Access Procedure Balanced)  
NBMA (Non – broadcast Multiple Access)  
NetBEUI (NetBIOS extended User Interface)  
OSI (Open System Interconnection)  
PCM (Pulse Code Modulation)  
PI (Payload Type)  
QAM (Quadrature Amplitude Modulation)  
SPX (Sequence Packet Exchange)  
TCP (Transmission Control Protocol)  
UNI ATM (User Network Interface)  
UDP (User Datagram Protocol)  
VBR (Variable Bit Rate)  
VCI (Virtual Channel Identifier)  
VPI (Virtual Path Identifier)  
WAN (Wide Area Network)



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

## 1.1 Εισαγωγή

Ο καλύτερος τρόπος για προσεγγίσουμε την έννοια πρωτόκολλο είναι να καταλάβουμε πότε χρησιμοποιήθηκε η ανάγκη χρησιμοποίησης της. Εάν ανατρέξουμε στην αρχαιότητα ο μόνος τρόπος επικοινωνίας μεταξύ μεγάλης απόστασης ήταν με την αποστολή αγγελιοφόρων από πόλη (πομπός) σε πόλη (δέκτης). Όπως αντιλαμβάνεται κανείς, αυτό ήταν πολύ χρονοβόρο, γεγονός που οδήγησε την δημιουργία των Φρυκτωριών που ήταν η μετάδοση μηνυμάτων μέσω πυρσών σε βουνοκορφές. Ένα άλλο σύγχρονο παράδειγμα στο οποίο εφαρμόζονται πρωτόκολλα σύμφωνα με το βιβλίο Τηλεπικοινωνίες και δίκτυα υπολογιστών Άρης Αλεξόπουλος Γιώργος Λαγογιάννης, είναι η μετάδοση μηνυμάτων μέσω ταχυδρομείου . Η διαδικασία που ακολουθούμε για να στείλουμε ένα γράμμα περιγράφεται από την εφαρμογή πρωτοκόλλων. (Comer, 2007) (Λαγογιάννης, 2016)

Ας ξεφύγουμε όμως από τα παραδείγματα που εφαρμόζουμε στην καθημερινή μας ζωή και ας επικεντρωθούμε στην επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών. Ένας αντιπροσωπευτικός ορισμός σύμφωνα με το βιβλίο Δίκτυα και διαδίκτυα Υπολογιστών, πρωτόκολλο επικοινωνίας (communication protocol ) λέγεται μια συμφωνία που καθορίζει την σημασία των μηνυμάτων που ανταλλάσσουν οι υπολογιστές. Τα προγράμματα - εφαρμογές που χρησιμοποιούν ένα δίκτυο δεν αλληλοεπιδρούν απευθείας με το υλικό του δικτύου. Μια εφαρμογή αλληλοεπιδρά με το λογισμικό πρωτοκόλλων το οποίο ακολουθεί τους κανόνες ενός δεδομένου πρωτοκόλλου όταν πραγματοποιεί επικοινωνία. (Comer, 2007)

## 1.2 Σχεδιασμός Πρωτοκόλλων

Όταν αναφερόμαστε στην σχεδίαση πρωτοκόλλων αναφερόμαστε σε μια πολύπλοκη και απαιτητική διαδικασία η οποία πρέπει να είναι ακριβής και χωρίς λάθη. Τυχόν λάθη είναι δυνατό να οδηγήσουν σε λανθασμένη λειτουργία, περιττά αποτελέσματα και καθυστερήσεις. Σύμφωνα με τα Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών ένας παράγοντας που επαληθεύει τις παραπάνω απαιτήσεις είναι η αποθήκευση των σειριακών αριθμών, η οποία γίνεται σε ένα σταθερό πεδίο ενός πακέτου. Αυτό το πεδίο θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να μην επαναχρησιμοποιούνται οι σειριακοί αριθμοί ένα ταυτόχρονα όχι πολύ μεγάλο προκειμένου να μην σπαταλάμε εύρος ζώνης. Ένα άλλο σημείο που απαιτεί προσοχή είναι ότι θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα πρωτόκολλο το οποίο να μην είναι πολύ υψηλού επιπέδου καθώς θα προκαλέσει επιπλέον επιβάρυνση στο σύστημα. Επιπλέον η αλληλεπίδραση μεταξύ των μηχανισμών ενός πρωτοκόλλου δεν είναι προκαθορισμένη. Συγκεκριμένα, οι μηχανισμοί ελέγχου ροής και ελέγχου συμφόρησης λειτουργούν και οι δύο προς αντίθετες διευθύνσεις στην ίδια κατεύθυνση. Ο μηχανισμός ελέγχου ροής χρησιμοποιεί περισσότερο από το εύρος ζώνης που του αναλογεί προκειμένου να βελτιώσει την διεκπεραιωτική ικανότητα. Ο μηχανισμός ελέγχου συμφόρησης κάνει το αντίθετο προσπαθώντας να μειώσει τον αριθμό των πακέτων που χρειάζεται προκειμένου να μην καταρρεύσει το δίκτυο. Ένας καλός σχεδιασμός απαιτεί την καλύτερη σχέση μεταξύ ελέγχου ροής και ελέγχου συμφόρησης ενώ ταυτόχρονα πρέπει να λαμβάνει όλους τους παράγοντες που θα κάνουν το πρωτόκολλο πιο αποδοτικό. (Comer, 2007)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΟΜΗ

## ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ

---

---

### 2.1 Οικογένειες πρωτοκόλλου

Η έννοια τις οικογένειας πρωτοκόλλων προέκυψε από την ανάγκη για δημιουργία επιμέρους πρωτοκόλλων αντί ενός γενικού πρωτοκόλλου το οποίο θα επιτελεί όλες τις λειτουργίες. Συγκεκριμένα, οι σχεδιαστές αντί να προσπαθούν να λύσουν ένα ενιαίο πρόβλημα το οποίο θα έδινε απάντηση σε όλα τα είδη επικοινωνίας προτίμησαν να το διαχωρίσουν σε επιμέρους προβλήματα τα οποία θα έδιναν μια πιο ευέλικτη απάντηση στα διάφορα είδη επικοινωνίας που υπάρχουν. Με αυτήν την τεχνική ο σχεδιασμός πρωτοκόλλων είναι πιο ευέλικτος, αναλύετε πιο εύκολα, ενώ σχεδιάζεται και δοκιμάζεται πιο εύκολα. Την ευελιξία μπορεί κανείς να την αντιληφθεί δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται υποσύνολα πρωτοκόλλων και όχι ολόκληρα πρωτόκολλα τα οποία ανταποκρίνονται στις ανάγκες που εξυπηρετεί ένα πρωτόκολλο. (Comer, 2007)

Ο διαχωρισμός ενός πρωτοκόλλου σε ξεχωριστά πρωτόκολλα οφείλει να γίνει προσεκτικά ώστε να εξασφαλιστεί ότι το σύστημα επικοινωνίας που προκύπτει είναι αποδοτικό και αποτελεσματικό. Συγκεκριμένα κάθε ένα πρωτόκολλο πρέπει να λαμβάνει μόνο μέρος της δουλειάς για την οποία είναι υπεύθυνο και να μην εκτείνεται σε εργασίες που έχουν αναλάβει αλλά πρωτόκολλα. Επίσης οι δομές δεδομένων και οι πληροφορίες πρέπει να είναι κοινές για όλα τα πρωτόκολλα. Τέλος το συνολικό σύστημα είναι υπεύθυνο για την ομαλή λειτουργία του.

Για την ομαλή συνεργασία των πρωτοκόλλων εφευρέθηκαν οικογένειες πρωτοκόλλων (protocol suites) οικογένειες πρωτοκόλλων είναι ολοκληρωμένες συνεργατικά σύνολο. τα πρωτόκολλα της οικογένειας είναι σχεδιασμένα ώστε να επιλύουν ένα μέρος του προβλήματος Ενώ μεταξύ τους αλληλεπίδραση είναι αποδοτικές

Στην συνέχεια θα αναφέρουμε μερικές πολύ γνωστές οικογένειες πρωτοκόλλων. Οι συγκεκριμένες χρησιμοποιούνται σήμερα και είναι διασυνδεδεμένες μεταξύ τους προκειμένου να εξυπηρετήσουν διάφορες εκδόσεις του μοντέλου OSI. (Comer, 2007)

Συγκεκριμένα θα μιλήσουμε για τις:

1. NetBEUI (NetBIOS extended User Interface) (Bamim2, 2017)
2. Apple Talk
3. IPX/SPX
4. TCP/IP
5. DLC

NetBEUI:

Το NetBEUI είναι μια οικογένεια πρωτοκόλλων της Microsoft η οποία σχεδιάστηκε ώστε να λειτουργεί σε δίκτυα περιορισμένης κλίμακας LAN. Συγκεκριμένα το NetBEUI δεν είναι δρομολογήσιμο ούτε έχει την δυνατότητα διάδοσης μέσω δρομολογιτών. Το συγκεκριμένο δεν έχει την δυνατότητα να αναγνωρίζει μοναδικούς identifiers η addresses. Αντί για αυτό έχει την δυνατότητα να αναγνωρίζει μόνο δεκαπέντε χαρακτήρες οι οποίοι πρέπει να είναι απαραίτητα μοναδικοί. Για να γίνει πιο ξεκάθαρο που μπορεί να εφαρμοστεί το NetBEUI σκεφτείτε ότι είναι ένα σύστημα επικοινωνίας σε ένα γραφείο και οι διακεκριμένοι χαρακτήρες που χρησιμοποιεί είναι όσο απλοί όσο απαιτείτε για να διαχωριστούν τα άτομα σε ένα γραφείο. Αν σκεφτούμε να το εφαρμόσουμε έξω από ένα γραφείο θα καταλάβουμε ότι δεν έχει κανένα νόημα.

Apple Talk:

Το Apple Talk είναι μια οικογένεια πρωτοκόλλων η οποία χρησιμοποιείται για τα δίκτυα της Apple (Macintosh). Σε αντίθεση με το NetBEUI το apple talk είναι δρομολογήσιμο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλα δίκτυα LAN ένα ακόμα και σε μερικά δίκτυα WAN. Βέβαια η εφαρμογή του δεν είναι τόσο διαδεδομένη αφού σε πολλά δίκτυα οι υπολογιστές δεν είναι apple και δεν μπορούν να επικοινωνήσουν. Παρόλα αυτά χρησιμοποιείτε σε μερικά δίκτυα της apple.

IPX/SPX:

Το IPX/SPX δεν είναι τόσο ενεργό σήμερα δεδομένου ότι τα Novell (NetWare) δίκτυα δεν χρησιμοποιούνται όπως παλιά. Αλλά έχει σημασία να ξέρουμε

ότι το IPX (Internet Packing Exchange) είναι το αντίστοιχο IP πρωτόκολλο στα Novell της TCP/IP οικογένειας καθώς είναι ασύνδετο και δεν μπορεί να εγγυηθεί διάδοση δεδομένων. Ενώ αντίστοιχα το SPX (Sequenced Packet Exchange) είναι το αντίστοιχο TCP και είναι connection – oriented. Το IPX θεωρείται το γρηγορότερο routable πρωτόκολλο σήμερα αλλά η έλλειψη προγραμματιστών που ήταν διατεθειμένοι να ασχοληθούν με αυτό καθώς και η έλλειψη υλικού για την υλοποίηση του το απομάκρυναν από την ευρεία γκάμα των πρωτοκόλλων.

#### DLC:

Το DLC (Data link Control) είναι ένα ειδικευμένο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ υπολογιστή με περιφερειακά εξαρτήματα, δεδομένου ότι δεν έχει σχεδιαστεί για να πραγματοποιεί επικοινωνίες μεταξύ κανονικών υπολογιστικών συστημάτων.

#### TCP/IP

Το TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) είναι η πιο γνωστή οικογένεια πρωτοκόλλων σήμερα. Κάποιοι από τους κυριότερους λόγους που την καθιστούν τόσο γνωστή είναι διότι απαιτεί μικρό μέγεθος υλοποίησης και αρχιτεκτονικής που αφιερώνεται στην οικογένεια, η φύση της χαρακτηρίζεται από μη αποκλειστικότητα, το πλήθος των εφαρμογών αυτών των πρωτοκόλλων, η χρήση της στο διαδίκτυο και οι σχετικές ελαφρές απαιτήσεις που έχει η συγκεκριμένη οικογένεια για να τρέξει. Μερικά σημεία κλειδιά αυτής της οικογένειας είναι :

- IP Addressing Scheme
- Suite Protocols at the Network, Transport, Session, and Application layers
- TCP Ports
- ARP Protocol (Layer-2 to Layer-3 translation)
- DHCP (Ability to automatically assign IP addresses)

Ορισμένες μη διαδεδομένες οικογένειες πρωτοκόλλων είναι οι παρακάτω:

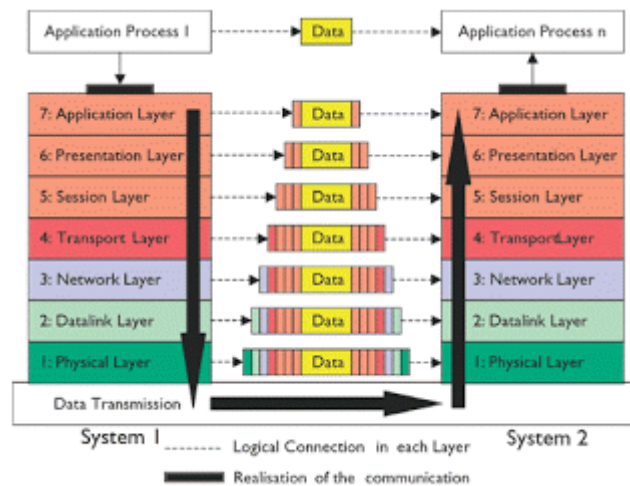
- Infrared Data Association (IrDA) (Wikipedia, 2017)
- Digital subscriber line (DSL; originally digital subscriber loop) (Wikipedia, 2017)
- Etherloop (Wikipedia, 2017)

Address Resolution Protocol (ARP) (Wikipedia, 2017)

## 2.2 Τα επίπεδα των πρωτοκόλλων

Για την καλύτερη κατανόηση των επιπέδων ενός πρωτοκόλλου θα περιγράψουμε το μοντέλο ISO, αν και σήμερα υπάρχουν πιο σύγχρονα πρωτόκολλα τα οποία χρησιμοποιούμε. Βέβαια, το μοντέλο ISO μπορεί να έχει σχεδιαστεί πριν είκοσι χρόνια αλλά ορισμένες ορολογίες του έχουν εφαρμογή ακόμα και σήμερα. (Comer, 2007)

Παρακάτω φαίνονται συνοπτικά τα επίπεδα διαστρωμάτωσης σε μια εικόνα



1.1 Επίπεδα διαστρωμάτωσης μοντέλου OSI (blogspot.gr, 2010)

### 2.2.1 Φυσικό επίπεδο

Το Φυσικό επίπεδο είναι υπεύθυνο για την μετάδοση της πληροφορίας μέσω διαφόρων φυσικών μέσων. Η λειτουργία του είναι να μεταδίδει πληροφορία που δέχεται από το αμέσως ανώτερο επίπεδο και τα μεταφέρει στην άλλη πλευρά, χρησιμοποιώντας το μέσο μετάδοσης. Κατά την διάρκεια της μετάβασης της πληροφορίας το φυσικό μέσο μπορεί να αλλάζει, έτσι αλλάζουν και οι τεχνολογίες όπως για παράδειγμα καλωδιακές συνδέσεις, χάλκινες γραμμές, ασυρματικές ζεύξεις κ.λπ. (Comer, 2007) (Λαγογιάννης, 2016)

Το Φυσικό επίπεδο είναι υπεύθυνο για όλα τα μηχανικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των διασυνδέσεων των υπολογιστικών συστημάτων των συμβαλλόμενων μερών. Επίσης καθορίζονται οι προδιαγραφές των υλικών με τις

οποίες θα πραγματοποιηθεί κάθε ζεύξη. Επίσης, επιλέγεται η μεταφορά των bit με σύγχρονο ή ασύγχρονο τρόπο, σηματοδότηση και επισήμανση προβλημάτων μετάδοσης. Ορισμένες οντότητες του φυσικού επιπέδου είναι : (Comer, 2007) (Λαγογιάννης, 2016)

- Καλώδια χαλκού
- Οπτικές ίνες
- Connectors π.χ. connector RJ45 (8P8C)
- Hubs
- Modems
- Συστήματα ψηφιακής πολυπλεξίας  
Ακόμα Θέματα διαμόρφωσης είναι
- FM
- QAM
- ASK

### **2.2.2 Συνδεσμός δεδομένων**

Το επίπεδο Σύνδεσμος δεδομένων είναι υπεύθυνο για την αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων πάνω από τις φυσικές ζεύξεις καθώς και τις λειτουργίες και τις διαδικασίες για την επίτευξη της επικοινωνίας. Η μεταφορά δεδομένων επιτυγχάνεται με την οργάνωση τους σε πλαίσια (frames) και μεταφέρονται το ένα μετά το άλλο. Ταυτόχρονα βέβαια γίνεται έλεγχος αν έγιναν σφάλματα κατά την μετάδοση της πληροφορίας. Αυτοί οι έλεγχοι επιτυγχάνονται με την μετάδοση ειδικών πακέτων (frames) ελέγχου ενώ με τον ίδιο τρόπο ορίζεται και η έναρξη ή η λήξη μετάδοσης του μηνύματος. (Λαγογιάννης, 2016)

Τα δεδομένα τα οποία μεταφέρονται και τοποθετούνται στα frames έχουν μεταφερθεί από το τρίτο επίπεδο που είναι το αμέσως επόμενο. Έτσι λοιπόν μιλάμε για μια διαδικασία ενθυλάκωσης πακέτων η οποία ασχολείται με αντιμετώπιση σφαλμάτων απαλλάσσοντας τα ανώτερα επίπεδα από αυτήν την διαδικασία. Ένα παράδειγμα είναι η μεταφορά ενός IP πακέτου (τρίτο επίπεδο) μέσω ενός πλαισίου Ethernet (δεύτερο επίπεδο). (Λαγογιάννης, 2016)

Ακόμα, σε δίκτυα που το μέσο συνδέει παραπάνω από δύο χρήστες το συγκεκριμένο επίπεδο γίνεται πιο περίπλοκο, καθώς πρέπει να κατευθύνει την επικοινωνία για περισσότερους συνομιλητές που χρησιμοποιούν το ίδιο μέσο

μετάδοσης. Αυτή η λειτουργία επιτυγχάνεται με τον διαχωρισμό του δεύτερου επιπέδου σε επιμέρους επίπεδα τα οποία φροντίζουν για τον συγχρονισμό των χρηστών ώστε να μην αλληλοπαρεμβάλλονται. (Λαγογιάννης, 2016)

Επομένως οι λειτουργίες που έχει το συγκεκριμένο επίπεδο είναι:

- Δημιουργία, διατήρηση και απελευθέρωση της λογικής σύνδεσης μεταξύ των άκρων.
- Μεταφορά δεδομένων, αρίθμηση – συγχρονισμός frame, διαφάνεια μετάδοσης.
- Έλεγχος σφαλμάτων και έλεγχος ροής των frames.

Ενώ συσκευές που λειτουργούν αποκλειστικά στο δεύτερο επίπεδο είναι :

- Bridges τοπικών δικτύων
- Switches
- Κόμβοι frame relay

Ενώ κάποια γνωστά πρωτόκολλα που έχουν κατασκευαστεί αποκλειστικά για το δεύτερο επίπεδο είναι

- HDLC
- LAPB
- ATM

### **2.2.3 Δίκτυο (Network)**

Το επίπεδο δικτύου διαφέρει από το δεύτερο επίπεδο (επίπεδο σύνδεσης δεδομένων) καθώς παρέχει τα μέσα για την υποστήριξη την αποκατάσταση και τον τερματισμό συνδέσεων μεταξύ των άκρων του δικτύου. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να διαχειρίζεται καταστάσεις στις οποίες συμμετέχουν περισσότερες της μιας γραμμής. Έτσι αν παρεμβάλλονται παραπάνω από ένα δίκτυα το επίπεδο αυτό είναι υπεύθυνο για την διασύνδεση τους την μετάφραση και την προσαρμογή διαφορετικών διευθύνσεων. Επιπλέον μια βασική λειτουργία του επιπέδου είναι η δρομολόγηση πακέτων. Αναλυτικότερα τα δεδομένα εισέρχονται στο επίπεδο από το αμέσως ανώτερο ( τέταρτο επίπεδο, επίπεδο μεταφοράς) σε μορφή μεγαλύτερων πακέτων που ονομάζονται segments, αυτά διαχωρίζονται σε μικρότερα πακέτα και δρομολογούνται μέσω του δικτύου προς τον τελικό αποδέκτη. Η δρομολόγηση των πακέτων μπορεί να



επιτευχθεί με διαφορετικούς τρόπους και για αυτό τα πρωτόκολλα που έχουν σχεδιαστεί για αυτόν τον σκοπό ποικίλουν. Σε κάποια δίκτυα όπως το X.25 η διαδρομή που θα ακολουθήσουν αποτελείται από την δημιουργία νοητών κυκλωμάτων από τον αποστολέα μέχρι τον παραλήπτη. Ενώ σε κάποια άλλα οι κόμβοι του πακέτου λαμβάνουν αποφάσεις δυναμικά για το πιά διαδρομή θα ακολουθήσουν ανάλογα με το ποια συμφέρει πιο πολύ. Επίσης μια διαδρομή μπορεί να αποτελείται από διαφορετικές ζεύξεις και σε κάθε αλλαγή το πακέτο μεταφορτώνεται από την αμέσως προηγούμενη στην αμέσως επόμενη. (Λαγογιάννης, 2016)

Επομένως οι λειτουργίες αυτού του επιπέδου φαίνονται παρακάτω:

- Αποκατάσταση και τερματισμός συνδέσεων μεταξύ των άκρων του δικτύου
- Διευθυνσιοδότηση ακραίων σημείων και κόμβων του δικτύου
- Δρομολόγηση πακέτων δια μέσου του δικτύου
- Μεταφορά δεδομένων
- Απαρίθμηση και έλεγχος σφαλμάτων
- Έλεγχος ροής δεδομένων

Στην συνέχεια αναφέρονται κάποια πρωτόκολλα τα οποία χρησιμοποιούνται σε αυτό το δίκτυο

- IP (IPv4, IPv6)
- ICMP
- X.25

## **2.2.4 Μεταφορά (Transport)**

Η λειτουργία του συγκεκριμένου πακέτου είναι να εξασφαλίσει αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων από πιθανά σφάλματα. Τέτοια σφάλματα μπορεί να είναι η μεταφορά πακέτων με ανακατεμένη σειρά, η μεταφορά πακέτων τα οποία έχουν είδη ληφθεί από το δέκτη καθώς και σφάλματα τα οποία προκύπτουν από διακοπή γραμμών. Σε αυτό το επίπεδο ελέγχεται η καθολική διάδοση της πληροφορίας από υπολογιστή σε υπολογιστή. Επίσης εδώ βρίσκονται οι διεργασίες για την αντικατάσταση της πληροφορίας σε κάθε πιθανό σφάλμα. Ένα παράδειγμα της λειτουργίας του είναι ότι σε περιπτώσεις δικτύων που δέχονται μικρότερη πληροφορία από αυτήν που παρέχεται αναλαμβάνει να διαμορφώσει τα πακέτα κατάλληλα (να τα μικρύνει η να τα μεγαλώσει ), δηλαδή στην πλευρά του πομπού

μικραίνει/μεγαλώνει ενώ από την πλευρά του δέκτη μεγαλώνει/μικραίνει. Σε αυτό το επίπεδο υπάρχουν πρωτόκολλα τα οποία προσφέρουν αξιόπιστη μετάδοση ενώ υπάρχουν και πρωτόκολλα τα οποία προσφέρουν μη αξιόπιστη μετάδοση. Η μη αξιόπιστη μετάδοση είναι αποδεκτή όταν η σποραδική απώλεια ορισμένων πακέτων δεν αποτελεί διαταραχές στην σωστή διάδοση του μηνύματος, από την άλλη η αναμετάδοση αυτών των πακέτων θα προκαλούσε καθυστερήσεις οι οποίες θα καθυστερούσαν την επικοινωνία και θα αύξαναν την πολυπλοκότητα στο πρωτόκολλο. (Λαγογιάννης, 2016)

Συνοπτικά οι λειτουργίες που επιτελεί το συγκεκριμένο επίπεδο είναι οι παρακάτω:

- Αποκατάσταση και τερματισμός της από άκρου σε άκρο σύνδεσης σε επίπεδο μεταφοράς
- Τμηματοποίηση των μηνυμάτων που παίρνει από την εφαρμογή για να τα προωθήσει στο δίκτυο
- Καθορισμός και επιλογή από το χρήστη της ποιότητας εξυπηρέτησης της σύνδεσης
- Δυνατότητα πολυπλεξίας συνοδών μέσω της ίδιας ζεύξης
- Έλεγχος ροής

Κάποια γνωστά πρωτόκολλα του συγκεκριμένου επιπέδου είναι τα:

- TCP
- UDP

### **2.2.5 Σύνοδος (Session)**

Στόχος του επιπέδου αυτού είναι η παροχή των απαραίτητων υπηρεσιών για τον συγχρονισμό της επικοινωνίας μεταξύ των ανώτερων επιπέδων δηλαδή μεταξύ εφαρμογών. Για παράδειγμα, αποκαθιστά νέα σύνδεση όταν η πρώτη διακοπεί, δίνει άδεια για παροχή μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας επίσης επιλέγει αν η επικοινωνία θα είναι αμφίδρομη ή μονόδρομη . Η διαδικασία αποκατάστασης μια συνόδου λέγεται binding και αφορά λειτουργίες για την επαλήθευση του χρήστη, την ποιότητα την χρέωση κ.α. . Επιπλέον παρέχονται τα μέσα σε οντότητες υψηλότερου επιπέδου να οργανώσουν και να συντονίσουν τον διάλογο. (Λαγογιάννης, 2016)

Παρακάτω φαίνονται συνοπτικά οι λειτουργίες του παρόντος επιπέδου:

- Έναρξη και συντήρηση του διαλόγου
- Διαχείριση και έλεγχος προσπέλασης
- Επανορθωτικές διαδικασίες σε επίπεδο διαλόγου
- Τήρηση κανόνων ασφαλείας συνδέσεων
- Καταγραφή συνόδων

### **2.2.6 Παρουσίαση ( Presentation)**

Το συγκεκριμένο επίπεδο ασχολείται με την αναπαράσταση της πληροφορίας καθώς και με την δομή των δεδομένων. Είναι υπεύθυνο για την κατάλληλη μορφή ώστε να μην χρειάζεται από δύο υπολογιστές που συμμετέχουν στην ίδια σύνδεση να έχουν και κοινό κώδικα για την αποκωδικοποίηση της πληροφορίας. Οι διαδικασίες που επιτελεί αυτό το επίπεδο είναι συμπίεση δεδομένων (data compression) , ο μετασχηματισμός των κωδίκων (protocol conversion) , κρυπτογράφηση και διαφόρων μορφών των αρχείων. (Λαγογιάννης, 2016)

Παρακάτω φαίνονται συνοπτικά οι λειτουργίες του παρόντος επιπέδου:

- Μετατροπή σύνταξης δεδομένων
  - Συμπίεση και αποσυμπίεση δεδομένων
  - Κρυπτογράφηση για ασφαλή μεταφορά
  - Μετάφραση κωδικοποίησης πληροφορίας για χρήση σε οθόνες και τερματικά
- Ενώ κάποια πρωτόκολλα του επιπέδου αυτού είναι:

- X.400
- Q.941

### **2.2.7 Εφαρμογή (Presentation)**

Το επίπεδο αυτό είναι το τελευταίο και περιέχει όλες τις ενέργειες για το πως μια εφαρμογή χρησιμοποιεί ένα δίκτυο. Εδώ θα πρέπει αν διευκρινίσουμε ότι το επίπεδο αυτό δεν αφορά την ίδια την εφαρμογή αλλά το πως η εφαρμογή αλληλοεπιδρά με το δίκτυο. Δηλαδή παρέχονται κάποιες τυποποιημένες υπηρεσίες σχετικές με τις επικοινωνιακές ανάγκες των εφαρμογών. Οι λειτουργίες του επιπέδου αυτού προσδιορίζονται σε μεγάλο βαθμό από τις ανάγκες του εκάστοτε μοντέλου επικοινωνίας και δεν είναι τόσο προκαθορισμένες. (Λαγογιάννης, 2016)

Συνοπτικά οι λειτουργίες που προσφέρει αυτό το επίπεδο φαίνονται παρακάτω:

- Εξακρίβωση της ταυτότητας των εφαρμογών που θέλουν να επικοινωνήσουν
- Επιβεβαίωση της διαθεσιμότητας τους για συνομιλία
- Επιβεβαίωση / έλεγχος στο δικαίωμα συνομιλίας
- Συμφωνία στις αρμοδιότητες για το πως θα γίνουν επανορθωτικές διαδικασίες.
- Συμφωνία στις διαδικασίες για τον έλεγχο ροής των συναλλαγών και την αξιοπιστία της πληροφορίας.

Από τα παραπάνω θα μπορούσε κανείς να συμπεράνει ότι τα τρία πρώτα επίπεδα αποτελούν τα επικοινωνιακά επίπεδα και αναφέρονται στον τρόπο μετάδοσης, ενώ η εφαρμογή τους είναι σε συσκευές επικοινωνίας. Επίσης τα συγκεκριμένα ακολουθούν πολλά γνωστά πρωτόκολλα. Τα υψηλότερα επίπεδα αναφέρονται σε λειτουργίες που σχετίζονται με εφαρμογές και υλοποιούνται στους υπολογιστές. (Λαγογιάννης, 2016) (Comer, 2007)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

## ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ

---

---

### 3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγράψουμε τις λειτουργίες που επιτελεί ένα πρωτόκολλο. Κάθε πρωτόκολλο ανάλογα την χρήση του είναι υπεύθυνο μόνο για συγκεκριμένο εύρος λειτουργιών. Στην συνέχεια θα αναλύσουμε τις σημαντικότερες λειτουργίες. (Λαγογιάννης, 2016)

Επιγραμματικά είναι οι παρακάτω:

- Κατακερματισμός μηνυμάτων
- Ενθυλάκωση μνημάτων
- Επανασυγκόλληση μνημάτων
- Ασφάλεια επικοινωνίας
- Ταξινόμηση μηνυμάτων
- Έλεγχος ροής
- Έλεγχος σύνδεσης
- Προτεραιότητα
- Έλεγχος σφαλμάτων
- Διευθυνσιοδότηση

#### 3.1.1 Κατακερματισμός μηνυμάτων

Μια συχνή διαδικασία που συναντάμε στα χαμηλότερα επίπεδα των πρωτοκόλλων είναι ο διαχωρισμός των δεδομένων σε μικρότερες οντότητες δεδομένων (segmentation). Η προηγούμενη διαδικασία ονομάζεται κατακερματισμός, ενώ σημαντικοί λόγοι οι οποίοι μπορούν να μας οδηγήσουν σε αυτήν την ενέργεια είναι η αδυναμία μετάδοσης πακέτων μεγάλου μεγέθους και η διευκόλυνση διόρθωσης σφαλμάτων καθώς είναι ευκολότερη η επανεκπομπή ενός μικρού εσφαλμένου πακέτου από την επανεκπομπή ενός μεγάλου εσφαλμένου πακέτου, επίσης όσο μεγαλύτερο είναι το πακέτο τόσες περισσότερες οι πιθανότητες να

παρουσιαστεί σφάλμα σε αυτό. Από την άλλη πλευρά το σκεπτικό ότι όσο μικρότερο είναι το πακέτο τόσο το καλύτερο είναι λάθος γιατί απασχολείτε περισσότερο η μονάδα επεξεργασίας των τερματικών σταθμών και αμβλύνεται η απόδοση της επικοινωνίας. (Λαγογιάννης, 2016)

### **3.1.2 Επανασυγκόλληση**

Η επανασυγκόλληση είναι το αντίστροφο του κατακερματισμού τα διαιρεμένα πακέτα πληροφορίας επανασυνδέονται ώστε να ορίσουν το αρχικό μήνυμα που στάλθηκε. (Λαγογιάννης, 2016)

### **3.1.3 Ενθυλάκωση μηνυμάτων**

Η ενθυλάκωση μηνυμάτων περιλαμβάνει τις διαδικασίες οι οποίες είναι υπεύθυνες για τον προσδιορισμό ορισμένων απαραίτητων στοιχείων πέρα από την πληροφορία που μεταδίδεται. Η συγκεκριμένη λειτουργία ονομάστηκε έτσι διότι τα επιπλέον στοιχεία που μεταδίδονται θα μπορούσαμε να πούμε ότι μπαίνουν ως πρίβλημα στην πληροφορία. Αυτές οι πληροφορίες σχετίζονται με διευθύνσεις του παραλήπτη η του αποστολέα, χαρακτήρες ελέγχου σφαλμάτων καθώς και άλλα είδη χαρακτήρων που συνδέονται άμεσα με τον έλεγχο και τον συγχρονισμό. (Λαγογιάννης, 2016)

### **3.1.4 Έλεγχος σύνδεσης**

Ο έλεγχος σύνδεσης περιλαμβάνει όλες εκείνες τις διαδικασίες οι οποίες θα αποκαταστήσουν η θα τερματίσουν μια σύνδεση μεταξύ δύο συστημάτων. Οι φάσεις που περιλαμβάνει μια σύνδεση φαίνονται παρακάτω:

- Αρχική αποκατάσταση σύνδεσης
- Ανταλλαγή πληροφοριών
- Αποκατάσταση σύνδεσης μετά από διακοπή (emergency interrupt)
- Τερματισμός και απελευθέρωση της σύνδεσης

Υπάρχουν δύο κατηγορίες συνδέσεων μεταξύ δυο υπολογιστικών συστημάτων, αυτές είναι η connectionless και η connection oriented Κατά την

connectionless τα μπλοκ ( πλαίσια πακέτα η κελιά) αποστέλλονται το ένα μετά το άλλο, περιέχουν την διεύθυνση του αποστολέα και του τελικού αποδέκτη, στοιχεία που χρησιμοποιούνται από τους ενδιαμέσους κόμβους ώστε το πακέτο να φτάσει στον τελικό προορισμό του. Εδώ είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι η διαδρομή που θα ακολουθήσουν τα μπλοκ δεν είναι προκαθορισμένη και πρέπει να εκτελείτε σωστή ταξινόμηση ώστε να μην φτάσει κάποιο πακέτο νωρίτερα από κάποιο άλλο. Αυτό το πρόβλημα αντιμετωπίζεται από πρωτόκολλα ανώτερων επιπέδων. Από την άλλη με την τεχνική connection oriented δημιουργείται μια διαδρομή μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη. Αυτή η διαδρομή ονομάζεται νοητό κύκλωμα και όλες οι μεταφορές γίνονται μέσα σε αυτό. Ακόμα να αναφέρουμε ότι ένα κύκλωμα αποτελείται από point to point συνδέσεις μεταξύ των κόμβων του. Επιπλέον να αναφέρουμε ότι οι διευθύνσεις των πακέτων έχουν τοπική σημασία και ισχύουν κάθε φορά για μια συγκεκριμένη ζεύξη. Οπότε συμπεραίνουμε την ύπαρξη μικρότερων πεδίων διευθύνσεων από ότι στην connectionless και κατά συνέπεια μικρότερο overhead. (Λαγογιάννης, 2016)

### 3.1.5 Έλεγχος ροής

Στον έλεγχο ροής περιέχονται οι διαδικασίες που αφορούν την έναρξη και την παύση της μετάδοσης με πρωτοβουλία του δέκτη, ο οποίος ορίζει το πότε θα την ενεργοποιήσει. Ένας τρόπος έλεγχου ροής είναι η stop and wait κατά τον οποίο ο πομπός στέλνει ένα μήνυμα στον δέκτη και για να στείλει το επόμενο περιμένει την έγκριση του ότι παρόν είναι σωστό. Μια άλλη μέθοδος είναι η μέθοδος του παραθύρου (window) κατά την οποία ο πομπός στέλνει ένα περιορισμένο εύρος μηνυμάτων χωρίς να περιμένει απάντηση από το δέκτη. Βέβαια υπάρχουν οι περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν χρησιμοποιείται ο έλεγχος ροής. (Λαγογιάννης, 2016) (Comer, 2007)

#### Έλεγχος σφαλμάτων

Περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες που αφορούν την προστασία μηνυμάτων από εσφαλμένες αποστολές. Οι πιο γνωστές τεχνικές αναγνώρισης σφαλμάτων είναι οι:

- Ισοτιμίας
- Δισδιάστατες τεχνικές ελέγχου ισοτιμίας

- Κυκλικοί κώδικες
- Κώδικες σταθερού χρόνου

#### Ταξινόμηση

Κατά την ανταλλαγή πακέτων είναι απαραίτητη η συγκεκριμένη λειτουργία καθώς τα πακέτα τα οποία αποστέλλονται από τον δέκτη αριθμούνται με την σειρά που έφυγαν, ώστε να ταξινομηθούν από τον δέκτη.

### **3.1.6 Διευθυνσιοδότηση**

Κατά την διαδικασία επικοινωνίας οι σταθμοί πρέπει να έχουν κάποια διεύθυνση ώστε να μπορούν να διαχωριστούν από τους υπόλοιπους σταθμούς αλλά και να μπορούν να κατευθυνθούν τα πακέτα. Για την αναπαράσταση των διευθύνσεων υπάρχουν δύο τρόποι: ο ιεραρχικός και ο επίπεδος. Στην ιεραρχική δομή οι διευθύνσεις έχουν την δομή a.b.c όπου από το a μέχρι το c υπάρχουν ακολουθίες ψηφίων από το γενικότερο προς το ειδικότερο. Για να καταλάβουμε καλύτερα πως λειτουργεί η συγκεκριμένη δομή αρκεί να φέρουμε στο μυαλό μας τις ενότητες και τις υποενότητες ενός βιβλίου, το πρώτο ψηφίο αναφέρεται στο γενικό κεφάλαιο που πρόκειται να αναλυθεί και στην συνέχεια ειδικεύεται. Από την άλλη στην επίπεδη δομή όλες οι διευθύνσεις παίρνουν ένα μοναδικό όνομα. Κάθε φορά που επιλέγεται ένα όνομα για μια διεύθυνση γίνεται έλεγχος εάν το συγκεκριμένο χρησιμοποιείτε από κάποιον άλλον κόμβο. Οι διευθύνσεις είναι αδιάφορες με την τοπολογία των κόμβων, ενώ για να αποθηκευτούν θα πρέπει να υπάρχει μια βάση δεδομένων όπως για παράδειγμα η υπηρεσία DNS. (Λαγογιάννης, 2016)

### **3.1.7 Προτεραιότητα διεκπεραίωσης**

Η συγκεκριμένη λειτουργία αφορά την ιδιότητα του δικτύου να δίνει εξουσιοδοτημένη δώσει προτεραιότητα σε κάποιο μήνυμα έναντι των υπολοίπων. (Λαγογιάννης, 2016)

### **3.1.8 Ασφάλεια**

Η προστασία των ανταλασσόμενων μηνυμάτων από υποκλοπές, παρεμβολές, αλλοιώσεις είναι μια σημαντική λειτουργία των πρωτοκόλλων. (Λαγογιάννης, 2016)



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

---

---

## 4. Εισαγωγή

Κατά την λειτουργία ενός συστήματος επικοινωνίας μπορούν να προκύψουν διάφορα προβλήματα. Τα πρωτόκολλα πρέπει να είναι σε θέση να επιλύουν τέτοιου είδους προβλήματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η αλλοίωση bit κατά την μετάδοση, ενώ μέσα για την επίλυσή του είναι το bit ισοτιμίας το άθροισμα ελέγχου πλαισίου και ο έλεγχος κυκλικού πλεονασμού. Τα πρωτόκολλα πέρα από τον εντοπισμό σφαλμάτων προσπαθούν να επιλύσουν η και να παρακάμψουν ορισμένα σημαντικά προβλήματα της επικοινωνίας. Παρακάτω αναφέρονται ορισμένα παραδείγματα που δίνουν φως στην παραπάνω πρόταση. (Λαγογιάννης, 2016)

### 4.1 Καθορισμός ακολουθίας για επίδοση σειράς

Σε ένα δίκτυο στο οποίο είναι δυνατή η δυναμική εναλλαγή δρομολογίων είναι δυνατό τα απεσταλμένα πακέτα να μην φτάνουν με την σωστή σειρά στον παραλήπτη. Για παράδειγμα εάν ένα πακέτο I ξεκινήσει την διαδρομή του προς τον παραλήπτη και αμέσως μετά την εκκίνηση του ελευθερωθεί μια συντομότερη διαδρομή και φύγει και το στοιχείο I + 1 τότε το στοιχείο I + 1 ενδεχομένως να φτάσει νωρίτερα από το I. Για να αποφεύγονται τέτοιου είδους σφάλματα τα πρωτόκολλα χρησιμοποιούν τον καθορισμό ακολουθίας. Συγκεκριμένα από την πλευρά του δέκτη προστίθεται ένας σειριακός αριθμός πάνω στο πακέτο. Από την πλευρά του παραλήπτη ελέγχεται ο αριθμός του πακέτου που παραλήφθηκε και αν είναι σε σωστή σειρά ( δηλαδή το αναμενόμενο) τότε το πρωτόκολλο αποφασίζει για την επόμενη φάση που είναι συνήθως η μεταφορά του στο επόμενο επίπεδο. Εάν το πακέτο φτάσει σε λάθος σειρά τότε προστίθεται σε μια λίστα η οποία είναι αποθηκευμένη στην πλευρά του δέκτη και αποθηκεύει όλα τα πρωτόκολλα τα οποία έρχονται εκτός σειράς. (Comer, 2007)

## **4.2 Καθορισμός ακολουθίας διπλών πακέτων**

Επανάληψη πακέτων μπορούν να προκαλέσουν οι δυσλειτουργίες λογισμικού. Μια αναμετάδοση πακέτου μπορεί να προκληθεί από ασυνεννοησία αποστολέα και παραλήπτη. Ο καθορισμός ακολουθίας λύνει τέτοιου είδους προβλήματα χρησιμοποιώντας τον ίδιο σειριακό αριθμό που χρησιμοποιήθηκε και στον καθορισμό ακολουθίας για επίδοση εκτός σειράς, δηλαδή εξετάζεται ο σειριακός αριθμός που έχει κάθε πακέτο και αν έχει ξαναδιαβαστεί τότε απορρίπτεται. (Comer, 2007)

## **4.3 Αναμετάδοση χαμένων πακέτων**

Η αλλοίωση των bit κατά την διαδικασία μετάδοσης ενός πακέτου οδηγεί σε αλλοίωση του πλαισίου με αποτέλεσμα ο παραλήπτης να απορρίψει ολόκληρο το πακέτο. Για να εξασφαλιστεί η αξιόπιστη μεταφορά των πακέτων χρησιμοποιείται από τα πρωτόκολλα η θετική επαναμετάδοση. Συγκεκριμένα κάθε φορά που ο δέκτης δέχεται ένα ορθό πακέτο τότε στέλνει αυτομάτως ένα μικρό μήνυμα πίσω στον πομπό ότι το μήνυμα λήφθηκε με επιτυχία. Κάθε φορά που ο αποστολέας στέλνει ένα πακέτο τότε ξεκινάει η έναρξη ενός χρονομέτρου το οποίο σταματάει όταν έρθει το μήνυμα που επιβεβαιώνει την σωστή μετάδοση του μηνύματος, στην περίπτωση που το μήνυμα δεν έρθει εντός ενός προκαθορισμένου διαστήματος τότε γίνεται η επαναμετάδοση όπου στέλνεται ένα νέο πακέτο αντίγραφο του προηγούμενου. Βέβαια να αναφέρουμε ότι η αναμετάδοση είναι αδύνατη εάν κάποιο σημείο του υλικού έχει διακοπή. Σε αυτήν την περίπτωση έχει καθοριστεί ένα όριο για το πλήθος των αναμεταδιδόμενων πακέτων και όταν αυτό τερματιστεί τότε διακόπτεται οριστικά και η διαδικασία μετάδοσης του μηνύματος. Βέβαια υπάρχει και η περίπτωση η επαναμετάδοση να προκαλέσει την αποστολή διπλών πακέτων καθώς το πρωτόκολλο δεν είναι σε θέση να διακρίνει αν το προηγούμενο πακέτο δεν έφτασε στον προορισμό του η απλά καθυστέρησε. Για αυτό τον σκοπό πρέπει να αντιμετωπίζεται και το πρόβλημα των διπλών πακέτων. (Comer, 2007)

## **4.4 Αποφυγή της επανάληψης πακέτων εξαιτίας υπερβολικής καθυστέρησης**

Μια πηγή που προκαλεί καθυστέρηση σε ένα σύστημα μεταγωγής είναι η χρήση της αποθήκευσης και προώθησης. Σε ένα μεταγωγέα τα πακέτα που έρχονται

τοποθετούνται σε μια ουρά, όταν ο ρυθμός που τα πακέτα εξέρχονται από τον μεταγωγέα είναι μικρότερος από τον ρυθμό που τα πακέτα εξέρχονται από τον μεταγωγέα τότε δημιουργούνται προβλήματα άσκοπης επαναμετάδοσης πακέτων. Αυτό σημαίνει ότι παλιά καθυστερημένα πακέτα από μια προηγούμενη επικοινωνία μεταδίδονται κατά την διάρκεια μιας επόμενης επικοινωνίας. Τέτοια σφάλματα προκύπτουν και κατά την μετάδοση πακέτων ελέγχου, για παράδειγμα όταν ο δέκτης περιμένει ένα πακέτο για να τερματίσει την επικοινωνία μπορεί να δεχθεί ένα πακέτο από έναν προηγούμενο τερματισμό. Για την αντιμετώπιση τέτοιων προβλημάτων τα πρωτόκολλα έχουν ορίσει έναν αριθμό ταυτότητας της κάθε συνόδου ο οποίος προσδιορίζει κάθε σύνοδο και απορρίπτει πακέτα τα οποία προέρχονται από άλλη σύνοδο. Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι κάθε αριθμός συνόδου είναι μοναδικός και για να ξαναχρησιμοποιηθεί θα πρέπει να περάσουν τουλάχιστον μερικές ώρες. (Comer, 2007)

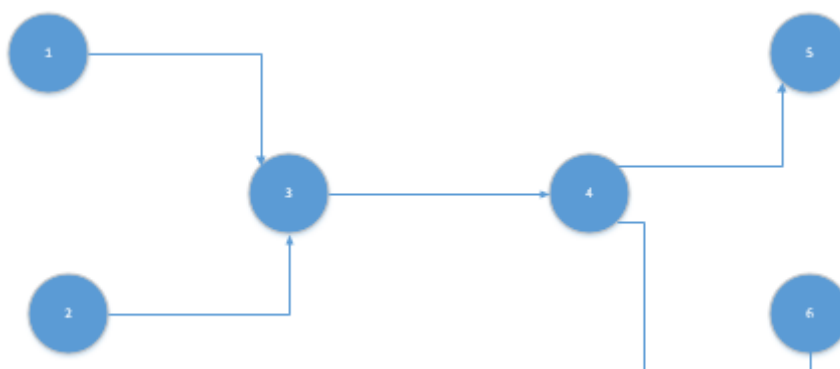
#### **4.5 Έλεγχος ροής για την αποφυγή της υπέρβασης δεδομένων**

Ένα συχνό πρόβλημα το οποίο προκαλεί απώλεια δεδομένων είναι η υπέρβαση δεδομένων ( data overrun). Οι τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος λέγονται μηχανισμοί ελέγχου ροής ( flow control ). Ο απλούστερος μηχανισμός ελέγχου ροής είναι ένα σύστημα στάσης και εκκίνησης. Η λειτουργία του είναι ότι κάθε φορά που φεύγει ένα πακέτο από τον αποστολέα και πάει στον παραλήπτη, ο δεύτερος πρέπει να στείλει ένα μήνυμα επιβεβαίωσης στον δέκτη. Ένα πρόβλημα που προκύπτει με τα συστήματα στάσης εκκίνησης είναι ότι έχουν εξαιρετικά χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης, αυτό συμβαίνει διότι απαιτείτε ο διπλάσιος χρόνος για την αποστολή ενός πακέτου αφού πέρα από τον χρόνο που χρειάζεται το πακέτο για να αποσταλθεί από τον αποστολέα στον παραλήπτη, χρειάζεται και επιπλέον χρόνος για να αποσταλεί το μήνυμα επιβεβαίωσης από τον παραλήπτη στον αποστολέα. Για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος χρησιμοποιείται μια τεχνική ελέγχου ροής που ονομάζεται ολισθαίνουσα παράθυρο (sliding window). Στο ολισθαίνουσα παράθυρο αποστέλλεται ένα συγκεκριμένο πλήθος πακέτων και ονομάζεται σταθερό μέγεθος παραθύρου για το οποίο είναι συνενωμένοι τόσο ο παραλήπτης όσο και ο δέκτης. Ο αποστολέας γεμίζει ένα παράθυρο με αντίγραφα ( τα αντίγραφα χρησιμοποιούνται προκειμένου να υπάρχει

αξιοπιστία σε περίπτωση που χρειαστεί αναμετάδοση ) τα στέλνει στον παραλήπτη, ο παραλήπτης όταν φτάνει σε αυτόν το πακέτο το αποθηκεύει στον προσωρινό χώρο αποθήκευσης και μετά το πηγαίνει στην εφαρμογή παραλήπτη, στην συνέχεια μεταδίδει μια επιβεβαίωση στον αποστολέα. Όταν η επιβεβαίωση φτάσει στον αποστολέα τότε ο αποστολέας αποβάλλει το αντίγραφο του επιβεβαιωμένου πακέτου που κρατά και μεταδίδει το επόμενο πακέτο. (Comer, 2007)

#### 4.6 Τα επίπεδα των πρωτοκόλλων

Ένα σ σημαντικό πρόβλημα που παρουσιάζεται στα συστήματα μεταγωγής πακέτων είναι η συμφόρηση. Συγκεκριμένα για να γίνει κατανοητό αυτό αρκεί να προσπαθήσουμε να χρησιμοποιήσουμε το παρακάτω μεταγωγικό δίκτυο.



Εικόνα από Visio Drawing 2016

Εδώ εάν θελήσουμε να μεταβούμε από τον κόμβο 1 στον κόμβο 5 θα ακολουθηθεί η εξής διαδικασία, αρχικά τα πακέτα θα ταξιδέψουν μεταξύ των κόμβων 1 και 3 έπειτα μεταξύ των κόμβων 3 και 4 και τέλος μεταξύ των κόμβων 4 και 5. Εάν όμως την ίδια χρονική περίοδο θελήσουμε να μεταβιβάσουμε πακέτα από τον κόμβο 2 στον 5 τότε θα πρέπει πάλι να χρησιμοποιήσουμε τους κόμβους 3 και 4 οι οποίοι εκείνη την στιγμή θα είναι κατειλημμένοι. Έτσι όταν εισέρχονται πακέτα στον κόμβο 3 τότε η ουρά του μεγαλώνει και αυξάνεται η καθυστέρηση. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται συμφόρηση. Εάν η συμφόρηση συνεχιστεί τότε μπορούμε να οδηγηθούμε σε συμφορητική κατάρρευση αφού η μνήμη ενός μεταγωγέα πακέτων θα εξαντληθεί

και θα αρχίσουν να χάνονται πακέτα, βέβαια αυτά μπορούν να ανακτηθούν αλλά αυτό χρειάζεται χρόνο. Τα πρωτόκολλα χρησιμοποιούν δύο τρόπους για να επιλύσουν το συγκεκριμένο πρόβλημα : (Comer, 2007)

- Οι μεταγωγείς πακέτων να πληροφορούν τους αποστολείς όταν παρουσιάζεται συμφόρηση.
- Να χρησιμοποιείται η απώλεια πακέτων για την εκτίμηση της συμφόρησης

Για την πληροφόρηση των αποστολέων έχουν αναπτυχθεί δύο τρόποι. Ο ένας είναι οι μεταγωγείς να στέλνουν ένα ειδικό μήνυμα στους αποστολείς και ο άλλος είναι οι μεταγωγείς να προσθέτουν ένα ειδικό bit στο πακέτο και να το στέλνουν στον παραλήπτη, έπειτα ο παραλήπτης συμπεριλαμβάνει αυτήν την πληροφορία στο μήνυμα επιβεβαίωσης που στέλνει πίσω στον αποστολέα. (Λαγογιάννης, 2016)

Η απώλεια πακέτων είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης της συμφόρησης αφού οι περισσότερες απώλειες πακέτων συμβαίνουν λόγω συμφόρησης και όχι λόγω σφάλματος του υλικού. Σε αυτήν την περίπτωση ο αποστολέας ξέρει ότι για την απώλεια πακέτων είναι υπεύθυνη η συμφόρηση. Η απώλεια πακέτων μπορεί να μετρηθεί εάν ο αποστολέας χρησιμοποιήσει την στρατηγική λέξης χρόνου και αναμετάδοσης. Ενώ η αντιμετώπιση της επιλύεται με την μείωση του ρυθμού που αποστέλλονται τα πακέτα. Ορισμένα πρωτόκολλα χρησιμοποιούν έναν μηχανισμό ελέγχου ρυθμού μετάδοσης που παρακολουθεί πόσο συχνά παράγονται τα πακέτα και μειώνει προσωρινά τον ρυθμό μετάδοσης τους όταν παρουσιάζεται συμφόρηση. (Λαγογιάννης, 2016)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

## ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ

---

---

### 5.1 ATM

Η ανάπτυξη των τηλεπικοινωνιών αναπτύχθηκε σε δύο άξονες, στα δίκτυα μετάδοσης κυκλώματος και στα δίκτυα μεταγωγής πακέτων. Οι τεχνικές μεταγωγής κυκλώματος ικανοποίησαν της ανάγκες μετάδοσης εικόνας και ήχου ενώ οι τεχνικές μεταγωγής πακέτων χρησιμοποιήθηκε για την μετάδοση πακέτων. Στα συστήματα μεταγωγής κυκλώματος από τη μία το εύρος ζώνης διατίθεται εξολοκλήρου στο συγκεκριμένο κάθε φορά κανάλι γεγονός που εξασφαλίζει υψηλή διακομιστική ικανότητα (throughput) ελάχιστες καθυστερήσεις και διαφάνεια στην μετάδοση, από την άλλη υπάρχει κακή εκμετάλλευση της χωρητικότητας καθώς και δύσκολη αναδρομολόγηση σε περιπτώσεις προβλημάτων της γραμμής. Στα συστήματα μεταγωγής πακέτων δεν υπήρχε τόσο μεγάλο πρόβλημα δεδομένου ότι υπήρχε καλύτερη εκμετάλλευση του εύρους ζώνης αφού ο διαμερισμός της γραμμής γινόταν με δυναμικό και στατιστικό τρόπο. Από τα παραπάνω προέκυψαν οι απαιτήσεις μετάδοσης φωνής, εικόνας, και δεδομένων ταυτόχρονα συντέλεσε στην δημιουργία ενός ενιαίου πρωτοκόλλου. Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο είναι το ATM που συνδυάζει διαμετακομιστική ικανότητα, μικρές καθυστερήσεις και πολύ καλή εκμετάλλευση της γραμμής. (Comer, 2007) (Λαγογιάννης, 2016)

Η ATM είναι ασύγχρονη καθώς ο ιδιοκτήτης της πληροφορίας δεν προσδιορίζεται από την θέση της πληροφορίας αλλά από τον header που υπάρχει σε κάθε κελί. Ακόμα είναι connection oriented τεχνική που αποκαθιστά ένα δρόμο από την αρχή μέχρι το τέλος του δικτύου. Η ATM προτείνεται για τα δίκτυα υψηλής απόδοσης καθώς είναι απλή και γρήγορη. Παρακάτω φαίνονται ορισμένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της: (Λαγογιάννης, 2016)

- Βασίστηκε στην ιδέα ταυτόχρονης εξυπηρέτησης εικόνας ήχου και δεδομένων.

- Είναι ανεξάρτητη αποστάσεων δεδομένου ότι καλύπτει τόσο τοπικά δίκτυα όσο και δίκτυα ευρείας περιοχής σε αντίθεση με προγενέστερες τεχνολογίες.
- Είναι ανεξάρτητη πρωτοκόλλου που σημαίνει ότι μπορεί να μεταφέρει όλους τους τύπους πρωτοκόλλων προσφέροντας πλήρη διαφάνεια στους χρήστες
- Είναι εξαιρετικά επεκτάσιμο σε διαφορετικές ταχύτητες καθώς μπορεί να χρησιμοποιείται τόσο σε ταχύτητες 25 Mb/sec (τοπικά δίκτυα) όσο και σε ταχύτητες 622 Mb/sec (κορμούς τηλεπικοινωνιών)
- Είναι αρκετά ευέλικτο και είναι κατάλληλο για διαφορετικών ειδών χρήση. (Comer, 2007) (Λαγογιάννης, 2016)

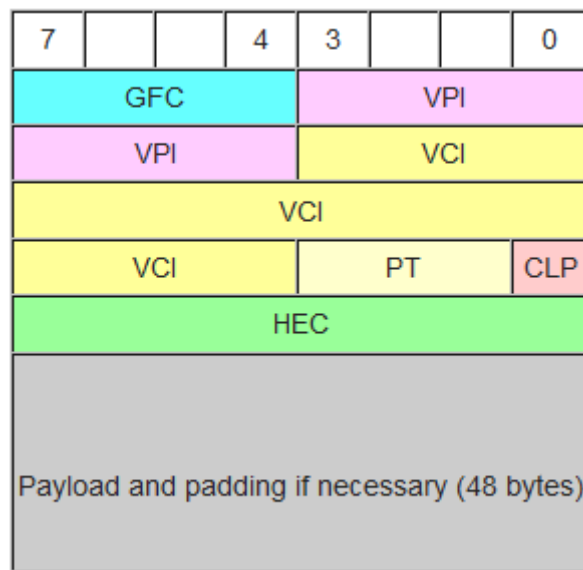
### 5.1.1 Σχεδίαση του ATM

Οι σχεδιαστές του ATM έπρεπε να συνδυάσουν όλες τις απαιτήσεις, προκειμένου να μπορεί να μεταδοθεί βίντεο εικόνα ήχος και δεδομένα ταυτόχρονα. Επιπλέον τα περισσότερα δίκτυα μετάδοσης δεδομένων εισάγουν παραμόρφωση η οποία οφείλεται στην αδυναμία συγχρονισμού των πακέτων αφού αποσταλούν από τον χρήστη. Η μεγαλύτερη διεκπεραιωτική ικανότητα μεταφοράς δεδομένων επιτυγχάνεται με την μετάδοση μεγάλων πακέτων αφού ελαχιστοποιείται η επιβάρυνση των κεφαλίδων με την μεταφορά ενός μεγάλου πακέτου σε κάθε κεφαλίδα. Βέβαια το PCM το οποίο χρησιμοποιείται από τις περισσότερες τηλεπικοινωνιακές εταιρίες δεν επιτρέπει την μετάδοση μεγάλων πακέτων. Ακόμα οι χρήστες δεν ανέχονται επίσης την αντήχηση (echo) η οποία προκύπτει όταν ένα τηλεφωνικό σήμα που ταξιδεύει προς μια κατεύθυνση υφίσταται κάποια ενίσχυση και επιστρέφει πίσω στον αποστολέα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται εξουδετέρωση αντήχησης. Η εξουδετέρωση αντήχησης είναι αποτελεσματική όταν δεν υπάρχουν μεγάλες καθυστερήσεις πράγμα που σημαίνει να μην υπάρχουν και μεγάλα πακέτα. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το μέγεθος των πακέτων πρέπει να είναι μικρό. Στην επόμενη ενότητα θα αναλύσουμε το μέγεθος του πακέτου. (Comer, 2007)

### 5.1.2 Κελιά του ATM

Για να μπορούν οι μεταγωγείς πακέτων να λειτουργούν σε υψηλές ταχύτητες και για να επιτυγχάνεται χαμηλή καθυστέρηση, χαμηλή παραμόρφωση χρονισμού και εξουδετέρωση αντήχησης τα πακέτα διαιρούνται σε μικρότερα πακέτα τα οποία ονομάζονται κελιά. Κάθε κελί περιέχει 53 οκτάδες και αυτές διακρίνονται στα παρακάτω πεδία: (Λαγογιάννης, 2016) (Comer, 2007)

- 5 οκτάδες πληροφοριών κεφαλίδας
- 48 οκτάδες δεδομένων



Διάγραμμα του UNI ATM Cell (Wikipedia, 2016) ([Creative Commons Attribution-ShareAlike License](#))

Όπως φαίνεται από την εικόνα τα περισσότερα bits χρησιμοποιούνται από δύο πεδία που ονομάζονται VPI και VCI, αυτά προσδιορίζουν τον προορισμό του κελιού. Τα πεδία τύπος οφέλιμου πεδίου και κυκλικού πλεονασμού περιέχουν μια τιμή ελέγχου των 8 bit και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο αν το κελί έχει καταστραφεί κατά την μεταφορά. (Λαγογιάννης, 2016) (Comer, 2007)

Παρακάτω φαίνονται οι λειτουργίες που επιτελεί το κάθε πεδίο.

- Generic flow control (GFC): πρόκειται για ένα πεδίο 4 bit και χρησιμοποιείται για έλεγχο ροής στο UNI Interface ώστε να αποφεύγονται πρόσκαιρες υπερφορτώσεις
- Virtual Path Identifier (VPI): Είναι πεδίο των 8 bit και προσδιορίζει την νοητή σύνδεση (virtual path) μεταξύ του χρήστη και του δικτύου.



- Virtual Channel Identifier (VCI) : Είναι πεδίο των 16 bit που προσδιορίζει ένα από τα 65K νοητά κανάλια (virtual channels) που μπορούν να υπάρχουν σε μια νοητή σύνδεση. Κάθε νοητή σύνδεση στην ATM, προσδιορίζεται σαφώς από τα πεδία VPI/VCI.
- Payload Type (PI): Έχει μήκος 3 bit και χρησιμοποιείται για να διακρίνει το κατά πόσον τα data του κελιού είναι πληροφορίες διαχείρισης που αφορούν το δίκτυο. Επίσης χρησιμοποιείται σαν επισύμανση υπερφόρτωσης.
- Cell Loss Priority (CLP): πεδίο μήκους 1 bit που όταν είναι 1 δηλώνει ότι το κελί μπορεί να απορριφθεί κάτω από ορισμένες συνθήκες (π.χ. σε περίπτωση συμφόρησης). Όταν το πεδίο είναι 0 δηλώνει ότι το κελί έχει υψηλή προτεραιότητα.
- Header Error Control (HEC): πεδίο 8 bit με σκοπό την ανίχνευση σφαλμάτων πολλαπλών bit στον header αλλά και για διόρθωση όταν πρόκειται για σφάλμα ενός bit. Στην πρώτη περίπτωση το κελί απορρίπτεται. Η μέθοδος που ακολουθείται είναι η CRC. Ας σημειωθεί ότι το πεδίο αυτό προστατεύει μόνο τον header του κελιού και όχι τα data, τα οποία επαφίενται στους τελικούς χρήστες εκτός του δικτύου ATM.

Εδώ είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι το ATM σχεδιάστηκε ώστε να είναι εντελώς γενικό και το μέγεθος των κελιών του σχεδιάστηκε έτσι προκειμένου να είναι μεγάλο για μετάδοση data και μικρό για μετάδοση ήχου. Γενικά πιστεύεται ότι το ATM δεν είναι βέλτιστο για τεχνολογίες που υποστηρίζουν μία από τις δύο τεχνολογίες (μετάδοση ήχου ή μετάδοση data ) αλλά είναι βέλτιστο όταν πρόκειται να μεταδοθούν όλες οι τεχνολογίες που υποστηρίζει ταυτόχρονα. (Comer, 2007)

### 2.3 Μεταγωγή κελιών

Η μεταγωγή σε ένα σύστημα ATM γίνεται κελί – κελί σύμφωνα με τις πληροφορίες του header. Ένας κόμβος ATM μπορεί να χρησιμοποιήσει μόνο το πεδίο VPI για να προωθήσει το κελί ή μόνο τον κόμβο VCI ή και τους δύο.

- Η μεταγωγή VPI δρομολογεί όλα τα κελιά με το ίδιο VPI στην ίδια θύρα εξόδου.
- Η μεταγωγή VC δρομολογεί κάθε νοητό κανάλι ανεξάρτητα

Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν ATM switches που μετάγουν κελιά εξετάζοντας μόνο την πληροφορία του VPI αγνοώντας μόνο το περιεχόμενο του VCI. Αυτοί οι κόμβοι ονομάζονται VP switches ενώ όλοι οι υπόλοιποι που αποτελούν πλειοψηφία ονομάζονται VP/VC switches και εξετάζουν και τα δύο πεδία (Λαγογιάννης, 2016)

Παρακάτω φαίνονται ορισμένες τεχνικές μεταγωγής κόμβων.

Ένας κόμβος αποτελείται από:

- Θύρες εισόδου – εξόδου
- Ζευκτικό πεδίο
- Μονάδα επεξεργασίας, ελέγχου και διαχείρισης

Το ζευκτικό πεδίο αποτελεί τον μηχανισμό που είναι υπεύθυνος για την δρομολόγηση των κελιών μεταξύ των θυρών εισόδου και εξόδου. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι ζευκτικών πεδίων, οι time division και οι space division.

Time division.

Τα κελιά μεταφέρονται είτε χρησιμοποιώντας μια αρτηρία (bus) ή χρησιμοποιώντας ελεγκτές εισόδου και εξόδου σε κοινή μνήμη. Ακόμα το ζευκτικό πεδίο χαρακτηρίζεται non blocking όταν η διαμετακομιστική του ικανότητα είναι μεγαλύτερη από το άθροισμα της διακομιστικής ικανότητας της κάθε θύρας. Επιπλέον ο χρόνος διέλευσης των κελιών από ένα κόμβο είναι προβλέψιμος και μικρός. Η τεχνική αυτή διευκολύνει την υποστήριξη ταυτόχρονης αποστολής κελιών σε αποδέκτες (multicasting) καθώς δεν απαιτείται η αντιγραφή κελιών σε πολλά αντίτυπα.

Space division

Αυτή η μεταγωγή αλλιώς ονομάζεται και multistage matrix switching. Ακόμα υπάρχει η πιθανότητα μπλοκαρίσματος και αντιμετωπίζεται με διάφορους τρόπους όπως η τοποθέτηση ενός buffer πριν η μετά από διάφορες βαθμίδες μεταγωγής. Ορισμένες από τις πιο διάσημες μεταγωγές που υλοποιούν αυτού του είδους την μεταγωγή είναι οι :

- Banyan
- Benes

- Parallel Banyan
- Batcher Banyan
- Tandem Banyan

#### 5.1.4 Ποιότητα υπηρεσι

Το ATM προκειμένου να ικανοποιεί τις ανάγκες μετάδοσης ήχου και βίντεο διαθέτει λειτουργίες που επιτρέπουν στον συνδρομητή να καθορίζει ο ίδιος τις υπηρεσίες ποιότητας επικοινωνιών (Quality of service, QoS). Συγκεκριμένα το ATM επιτρέπει σε ένα χρήστη να καθορίζει ποσοτικές τιμές παρέχοντας έτσι λεπτομερή ποιότητα υπηρεσιών (fine – grain). Για να γίνει η συγκεκριμένη ιδιότητα πιο κατανοητή σκεφτείτε μια μετάδοση PCM για μια τηλεφωνική κλήση, εδώ ο χρήστης μπορεί να καθορίσει ότι η διεκπεραιωτική ικανότητα μπορεί να είναι πάνω από 64 Kbps ενώ η καθυστέρηση λιγότερη από 500 ms. Οι προδιαγραφές της ποιότητας υπηρεσιών καθορίζονται όταν δημιουργείται η σύνδεση και ισχύουν μέχρι αυτή να ολοκληρωθεί. Εάν έχει εγκριθεί μια αίτηση οι μεταγωγές πρέπει να δεσμεύσουν τον κατάλληλο χώρο. Το ATM δεν λειτουργεί ως μεριζόμενο κανάλι που σημαίνει ότι μια εγκαθιδρυμένη σύνδεση δεν γίνεται πιο αργή επειδή άλλοι υπολογιστές παράγουν περισσότερη κυκλοφορία. Εάν ένας υπολογιστής κάνει αίτηση και το σύστημα δεν μπορεί να την εξυπηρετήσει τότε το απορρίπτεται. Το ATM έχει πολλούς βασικούς τρόπους για να καθορίζει τις απαιτήσεις ποιότητας υπηρεσιών, ορισμένοι από αυτούς είναι η:

- Υπηρεσία σταθερού ρυθμού μεταφοράς bit ( Constant bit Rate, CBR) και χρησιμοποιείται για να μεταδοθούν bit όπως ο ασυμπίεστος ήχος και το ασυμπίεστο βίντεο
- Υπηρεσία μεταβλητού ρυθμού μεταφοράς ( Variable Bit Rate, VBR ) και χρησιμοποιείται για εφαρμογές που γνωρίζουν από πριν ότι θα μεταβάλουν το ρυθμό μετάδοσης πληροφορίας
- Υπηρεσία διαθέσιμου ρυθμού μεταφοράς (Available bit Rate, ABR) και χρησιμοποιείται για εφαρμογές που δεν γνωρίζουν από πριν τον ρυθμό που θα παράγουν, η εφαρμογές στις οποίες η μετάδοση γίνεται με ριπές ( σύντομες περιόδους εντατικής επικοινωνίας που χωρίζονται από μεγάλες περιόδους σιγής.

### 5.1.5 Κριτική του ATM

Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι παρά το γεγονός ότι το ATM είναι ένα αρκετά φιλόδοξο πρωτόκολλο έχει και ορισμένα μειονεκτήματα, τα οποία αναλύονται παρακάτω:

- **Κόστος :** Οι υπηρεσίες που προσφέρει το ATM είναι πολύ περισσότερες από ένα κανονικό LAN άρα είναι λογικό να κοστίζει περισσότερο. Για παράδειγμα ένας μεταγωγέας είναι αρκετά ακριβότερος σε σχέση με ένα κανονικό LAN. Επιπλέον η κάρτα δικτύου που χρησιμοποιείται στα ATM είναι πολύ ακριβότερη από την κάρτα δικτύου που χρησιμοποιείται σε ένα απλό δίκτυο Ethernet.
- **Λανθάνων χρόνος προετοιμασίας σύνδεσης :** Το ATM έχει σημαντική καθυστέρηση σε μακρινές επικοινωνίες. Αυτό συμβαίνει γιατί ο χρόνος που χρειάζεται για να εγκατασταθεί και να καταργηθεί μια σύνδεση είναι πολύ μεγαλύτερος από τον χρόνο που χρειάζεται για την μετάδοση του μηνύματος.
- **Φόρος κελιών :** Οι κεφαλίδες κελιών του ATM επιβάλλουν ένα φόρο 10% σε όλες τις μεταφορές δεδομένων. Μια εφαρμογή που εκτελείτε μέσω του υποκειμένου φυσικού μέσου χωρίς να χρησιμοποιεί το ATM κερδίζει 10% σε διεκπεραιωτική ικανότητα.
- **Καθορισμός απαιτήσεων υπηρεσιών:** Οι επικοινωνίες απαιτούν από τον υπολογιστή που εγκαθιδρύει μια σύνδεση να ορίζει ο ίδιος τις παραμέτρους ποιότητας υπηρεσιών. Μια εφαρμογή μπορεί να μην γνωρίζει τι παραμέτρους πρέπει να ορίσει και να χρησιμοποιήσει λανθασμένες παραμέτρους. Εάν συμβεί αυτό τότε είναι πιθανό το δίκτυο να μην δεχθεί την σύνδεση αφού ο διακομιστής μπορεί να έχει δηλώσει παραπάνω δεδομένα από όσα χρειάζεται να μεταφερθούν ή να συμβεί το αντίστροφο.

- Έλλειψη αποδοτικής εκπομπής : Το ATM σε αντίθεση με τα περισσότερα τοπικά δίκτυα με μεριζόμενο μέσο επικοινωνίας το υλικό δεν υποστηρίζει εκπομπή (broadcast) ή πολυεκπομπή (multicast). Για αυτό αρκετές φορές το ATM καλείται και (Non – broadcast Multiple Access, NBMA). Όταν πρέπει να γίνει μια από τις παραπάνω λειτουργίες στο ATM αυτό που συμβαίνει είναι ότι αποστέλλεται ένα αντίγραφο σε κάθε υπολογιστή και για αυτόν τον λόγο δεν είναι αποδοτική.
- Πολυπλοκότητα της ποιότητας υπηρεσιών: Το ATM επιτρέπει σε έναν υπολογιστή να καθορίζει τις παραμέτρους ποιότητας αλλά η εφαρμογή των περιορισμών δεν είναι απλή επειδή το υλικό του μεταγωγέα πρέπει να υπολογίζει στατιστικούς μέσους όρους κάθε φορά. Συγκεκριμένα ένας μεταγωγέας δεν μπορεί να υπολογίζει το μέσο αριθμό των bit που στέλνονται ανά μονάδα χρόνου. Τα δεδομένα μπορούν να στέλνονται σε ριπές με κάποιο μέσο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων και με κάποια μέση μέγιστη διάρκεια ριπής. Η πολυπλοκότητα των προδιαγραφών κάνει την υλοποίηση επίπονη και δύσκολη πολλές υλοποιήσεις δεν υποστηρίζουν το πλήρες πρότυπο. Επιπλέον, ορισμένοι ειδική υποστηρίζουν ότι η λεπτομερής ποιότητα υπηρεσιών δεν χρειάζεται καθώς ορισμένες φορές υπάρχει ανεπαρκής χωρητικότητα ενώ άλλες που είναι παραπλήσιά η χωρητικότητα δεν χρειάζεται.
- Παραδοχή ομοιογένειας: Το ATM σχεδιάστηκε για να γίνει ένα μοναδικό οικουμενικό σύστημα δικτύωσης. Βέβαια με την εξέλιξη της τεχνολογίας και τις διακυμάνσεις στα κόστη αποδείχθηκε ότι καμιά μεμονωμένη τεχνολογία δεν είναι επαρκής.

Για τους παραπάνω λόγους το ATM δεν έγινε οικουμενικό δίκτυο. Βέβαια χρησιμοποιείται σε κάποιες τηλεφωνικές εταιρίες στα δίκτυα στήριξής τους (back – bone networks) καθώς και από μεγάλες εταιρίες έχουν ένα ATM δίκτυο. (Comer, 2007)

## 5.2 Το πρωτόκολλο μεταφοράς πακέτων FTP ( File Transfer Protocol )

Το FTP ήταν το πρώτο πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε για μεταφορά πληροφορίας και αρχείων στο internet. Επιπλέον αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα για την ανάπτυξη του shareware ( που είναι το ελεύθερα διανεμόμενο software ). Το FTP επιτρέπει μια σύνδεση μεταξύ client FTP και server FTP κατά την οποία ο client μεταφέρει αρχεία από τον server. Η σύνδεση μεταξύ του client και του server δημιουργείται ανεξάρτητα από το FTP. Ακόμα να αναφέρουμε ότι το FTP δημιουργήθηκε στα πλαίσια των πρωτοκόλλων του ARPANET και είναι προγενέστερο τόσο του TCP όσο και του IP. (Λαγογιάννης, 2016)

Τα χαρακτηριστικά του FTP είναι:

- Γενικής χρήσης: Το FTP αντιμετωπίζει αρκετά από τα προβλήματα που υπάρχουν κατά την μεταφορά αρχείων.
- Αρχεία με διαφορετικά περιεχόμενα: Επιτρέπεται η μεταφορά οποιουδήποτε είδους αρχείων
- Πιστοποίηση ταυτότητας και κυριότητα : Το FTP διαθέτει λειτουργίες οι οποίες καθορίζουν την κυριότητα κάθε αρχείου και η πρόσβασή τους επιτρέπεται μόνο από προκαθορισμένους χρήστες.
- Αντιμετώπιση της ετερογένειας: Το FTP κρύβει τις λεπτομέρειές του κάθε υπολογιστικού συστήματος γεγονός που επιτρέπει μεταφορά αρχείων μεταξύ οποιονδήποτε υπολογιστικών συστημάτων.

Ένας αντιπροσωπευτικός ορισμός φαίνεται παρακάτω :

Η πιο δημοφιλής υπηρεσία μεταφοράς αρχείων του Internet χρησιμοποιεί το FTP το οποίο είναι ένα πρωτόκολλο γενικής χρήσης και μπορεί να χρησιμοποιείται για την αντιγραφή οποιουδήποτε αρχείου από έναν υπολογιστή σε έναν άλλο. (Λαγογιάννης, 2016)

### **5.2.1 Γενικό μοντέλο και διασύνδεση του χρήστη του FTP**

Το FTP μπορεί να καλείται μέσω ενός προγράμματος (π.χ. ενός browser ) ή αλλιώς μπορεί να καλείται με αλληλεπιδραστικό τρόπο. Εάν καλείται μέσω ενός προγράμματος τότε το πρόγραμμα πληροφορεί τον χρήστη εάν η λειτουργία ολοκληρώθηκε ή απέτυχε. Όταν ο χρήστης χρησιμοποιεί το FTP αλληλεπιδραστικά τότε επικοινωνεί με μια διασύνδεση η οποία βασίζεται σε διαταγές. Συγκεκριμένα το FTP εμφανίζει ένα προτροπικό σήμα (prompt) κάθε φορά που ο χρήστης εκτελεί η πρόκειται να εκτελέσει κάποια εντολή. Το FTP έχει εντολές που επιτρέπουν σε ένα χρήστη να καθορίζει ένα μακρινό υπολογιστή να πιστοποιεί την εξουσιοδότηση του , να βρίσκει ποια μακρινά αρχεία είναι διαθέσιμα ζητά την μεταφορά τους. Οι εντολές του FTP ανάλογα του είδος τους μπορεί να χρειάζονται ελάχιστο η αρκετό χρόνο. (Λαγογιάννης, 2016)

### **5.2.2 Διαδικασία σύνδεσης**

Κατά την διαδικασία μεταφοράς στο FTP χρειάζονται λίγες εντολές. Από την στιγμή που ο χρήστης ξεκινήσει μια σύνδεση FTP τότε πρέπει να δοθεί η εντολή open η οποία θα προσδιορίσει το όνομα της περιοχής ενός μακρινού υπολογιστή. Έπειτα πραγματοποιείται μια σύνδεση TCP για αυτό τον χρήστη. Η σύνδεση TCP πραγματοποιείται για την αποστολή διαταγών αλλά και για την πιστοποίηση της εξουσιοδότησης του μακρινού υπολογιστή ( δηλαδή να δοθούν username και password). Αφού ο χρήστης αποκτήσει εξουσιοδότηση τότε μπορεί να μεταφέρει αρχεία, η σύνδεση παραμένει ενεργή όσο χρειαστεί, όταν η μεταφορά των αρχείων τελειώσει τότε τερματίζεται η σύνδεση ελέγχου (TCP) με την εντολή close, εδώ να επισημάνουμε ότι η σύνδεση FTP δεν χρειάζεται να κλείσει καθώς ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στα δεδομένα από κάποιον άλλον υπολογιστή. (Λαγογιάννης, 2016)

### **5.2.3 Ανώνυμη πρόσβαση**

Υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες η απαίτηση εξουσιοδότησης σε κάποιον χρήστη να μην είναι βολική. Για να γίνει αυτό πιο κατανοητό σκεφτείτε μια εταιρία η οποία πουλάει ένα πρόγραμμα το οποίο αποδείχθηκε λάθος, έτσι αποφασίζει να βγάλει ένα patch file το οποίο έχει τις απαραίτητες αλλαγές προκειμένου να δουλέψει σωστά. Αυτή η εταιρία αντί να δίνει στον κάθε χρήστη εξουσιοδότηση για πρόσβαση στο συγκεκριμένο patch file θα μπορούσε να κάνει το αρχείο διαθέσιμο στον οποιονδήποτε. Για να πραγματοποιηθεί αυτό αποφασίστηκε να υπάρχει στον υπολογιστή ένα ειδικό λογαριασμό που χρησιμοποιείται μόνο για το FTP ο λογαριασμός αυτός έχει όνομα anonymous και επιτρέπει σε οποιονδήποτε χρήστη πρόσβαση σε ορισμένα αρχεία. (Λαγογιάννης, 2016)

### **5.2.4 Μεταφορά αρχείων προς τις δύο κατευθύνσεις**

Στο πρωτόκολλο FTP επιτρέπεται η μεταφορά αρχείων και προς τις δύο κατευθύνσεις. Συγκεκριμένα εάν ένας χρήστης εγκαθιδρύσει μια σύνδεση με ένα μακρινό υπολογιστή μπορεί να πάρει από αυτόν ένα αντίγραφο αλλά μπορεί να στείλει και προς αυτόν. Βέβαια εξαρτάται και από τις άδειες πρόσβασης που παρέχει ο υπολογιστής. Για παράδειγμα ένας υπολογιστής μπορεί να μην επιτρέπει την μεταφορά αρχείων προς αυτόν η οποιοδήποτε τύπο τροποποιήσεων από κάποιον μη εξειδικευμένο χρήστη. Για να μεταφέρει ο χρήστης ένα μακρινό αρχείο από έναν υπολογιστή αρκεί να δώσει την κατάλληλη εντολή στο FTP. Για παράδειγμα η εντολή get χρησιμοποιείται από τον χρήστη για να πάρει ένα αρχείο, μαζί με την get ο χρήστης δίνει και το όνομα του αρχείου το οποίο θέλει να μεταφέρει. Επιπλέον ο χρήστης μπορεί να βάλει και ένα δεύτερο όρισμα στην get το οποίο θα είναι το νέο όνομα του αρχείου στο τερματικό του χρήστη. Εδώ να αναφέρουμε ότι υπάρχει και η εντολή mget η οποία μπορεί να ζητήσει αντί για ένα αρχείο μια λίστα από αρχεία. Αν ο χρήστης δεν δώσει κάποιο όνομα στην get για το αρχείο το οποίο πρόκειται να μεταφέρει τότε το FTP ζητάει από τον χρήστη να προσδιορίσει κάποιο όνομα. Αντίθετα για να μεταφέρει ο χρήστης ένα αρχείο προς τον υπολογιστή χρησιμοποιεί τις εντολές put , send , mput. Οι εντολές αυτές λειτουργούν ακριβώς όπως οι get, δηλαδή η put και η send μεταφέρει ένα αρχείο από τον χρήστη προς τον υπολογιστή ενώ η mput μπορεί να μεταφέρει μια λίστα από αρχεία. (Λαγογιάννης, 2016)



### **5.2.5 Μεταφορά αρχείων προς τις δύο κατευθύνσεις**

Το FTP έχει δύο βασικούς τύπους μεταφοράς ο ένας χρησιμοποιείται για αρχεία κειμένου και ο άλλος για όλα τα αρχεία που δεν περιέχουν κείμενο. Οι δύο τρόποι είναι η μεταφορά κειμένου και η μεταφορά binary. Στην μεταφορά κειμένου χρησιμοποιούνται αρχεία κειμένου τα οποία είναι γραμμένα από χαρακτήρες που χρησιμοποιούνται στο πρότυπο ASCII ή EBCDIC. Ο άλλος τύπος μεταφοράς είναι ότι αρχείο δεν περιέχει κείμενο για παράδειγμα ένα μουσικό αρχείο μια εικόνα ένα μητρώο με αριθμούς κινητής υποδιαστολής. Το FTP χρησιμοποιεί τις εντολές ascii ή ebcdic για να προσδιορίσει μια μεταφορά κειμένου, ενώ για να ορίσει ότι πρόκειται να δηλώσει εικόνα χρησιμοποιεί την εντολή binary. Τέλος να σημειώσουμε ότι μια μεταφορά bit μπορεί να μην έχει το αναμενόμενο αποτέλεσμα δεδομένου ότι το FTP δεν μετατρέπει την δυαδική αναπαράσταση στην τοπική αναπαράσταση του υπολογιστή που μεταφέρονται. (Λαγογιάννης, 2016)



# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

Comer, D. E. (2007). *Δίκτυα και Διαδίκτυα Υπολογιστών*. Αθήνα : Κλειδάριθμος.

Λαγογιάννης, Α. Α. (2016). *Τηλεπικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών*. Αθήνα: Γιαλός.

## URLs:

- blogspot.gr. (2010, Απρίλιος 11). *ΔΙΚΤΥΑ & ΑΣΦΑΛΕΙΑ*. Retrieved from blogspot.gr: <http://fuckip.blogspot.gr/2010/04/osi.html>
- Wikipedia. (2016, December 26). *Asynchronous Transfer Mode*. Retrieved from Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/Asynchronous\\_Transfer\\_Mode](https://en.wikipedia.org/wiki/Asynchronous_Transfer_Mode)
- Wikipedia. (2017, January 5). *List of Network Protocols*. Retrieved from Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_network\\_protocols\\_\(OSI\\_model\)](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_network_protocols_(OSI_model))
- ΗΛΙΑΣ, Κ. (2010, Απρίλιος 11). *1. INTEPNET 2. Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ*. Retrieved from 1. INTEPNET: <http://3gym-n-ionias.att.sch.gr/sjob/epikoinonies.htm>