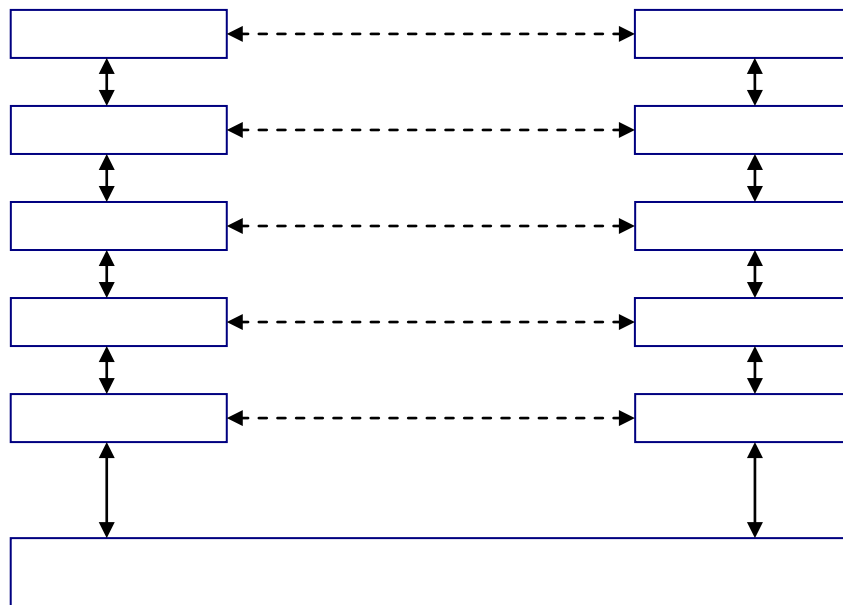




ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤCΡ/IP

ΓΚΑΝΑΤΣΟΥΛΑ ΑΘΑΝΑΣΙΑ



Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

Τ.Ε.Ι. OF EPIRUS



ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ (Σ.Δ.Ο)
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

SCHOOL OF MANAGEMENT AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF COMMUNICATIONS,
INFORMATICS AND MANAGEMENT

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΡΟΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΤΟΥ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ
TCP/IP

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΓΚΑΝΑΤΣΟΥΛΑ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΙΑΝΤΗΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ

ΆΡΤΑ 2006

ΣΤΟΝ ΑΓΑΠΗΜΕΝΟ ΜΟΥ
ΦΙΛΟ ΓΙΩΡΓΟ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά την εκμάθηση ενός νέου θέματος, ή μιας νέας τεχνολογίας, είναι σημαντικό να έχετε στη διάθεσή σας όλες τις βασικές αρχές. Η εργασία αυτή επεξηγεί τις θεμελιώδεις αρχές της ομάδας πρωτοκόλλων TCP/IP.

Το TCP/IP είναι μια ομάδα πρωτοκόλλων που αποτελεί de facto πρότυπο του internet και υποστηρίζεται από τα σημαντικότερα λειτουργικά συστήματα δικτύων. Καθώς όλο και περισσότεροι οργανισμοί και ιδιώτες συνδέουν τα δίκτυα και τους υπολογιστές τους στο internet, αλλά και μεταξύ τους, αυξάνεται συνεχώς η ανάγκη πλήρους κατανόησης αυτής της ομάδας πρωτοκόλλων από τους επαγγελματίες στην Τεχνολογία της Πληροφορίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1	Γενικό μοντέλο επικοινωνιών.....	7
1.2	Πρωτόκολλα και αρχιτεκτονική πρωτοκόλλων.....	8
1.3	Θέματα σχεδίασης των στρωμάτων.....	10
1.4	Σχέση μεταξύ υπηρεσιών και πρωτοκόλλων.....	11
1.5	Η χρησιμότητα των πρωτοκόλλων και των προτύπων.....	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ TCP/IP

2.1	Ιστορική αναδρομή.....	14
2.2	Έννοια και σκοπός του προτύπου αναφοράς TCP/IP.....	15
2.3	Δυνατότητες του TCP/IP.....	17
2.4	Οι στόχοι της σχεδίασης του TCP/IP.....	18
2.5	Η δομή του TCP/IP.....	19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΟΥ TCP/IP

3.1	Το φυσικό στρώμα.....	21
3.1.1	Καθοδηγούμενα μέσα.....	22
3.1.2	Ασύρματη μετάδοση.....	24
3.2	Στρώμα πρόσβασης δικτύου.....	26
3.3	Το στρώμα διαδικτύου.....	32
3.4	Το στρώμα μεταφοράς.....	35
3.4.1	TCP.....	37
3.4.1.1	Η μορφή των δεδομένων του TCP.....	38
3.4.1.2	TCP Συνδέσεις.....	40
3.4.1.3	Καθιέρωση μιας σύνδεσης.....	42
3.4.1.4	TCP έλεγχος ροής.....	43
3.4.1.5	Κλείσιμο μιας σύνδεσης.....	43
3.4.2	UDP: Το πρωτόκολλο μεταφοράς χωρίς συνδέσεις.....	44
3.5	Το στρώμα εφαρμογής.....	46
3.5.1	Θύρες και Sockets.....	46
3.5.2	Υπηρεσίες επίλυσης ονομάτων.....	47
3.5.3	Πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων (FTP).....	48

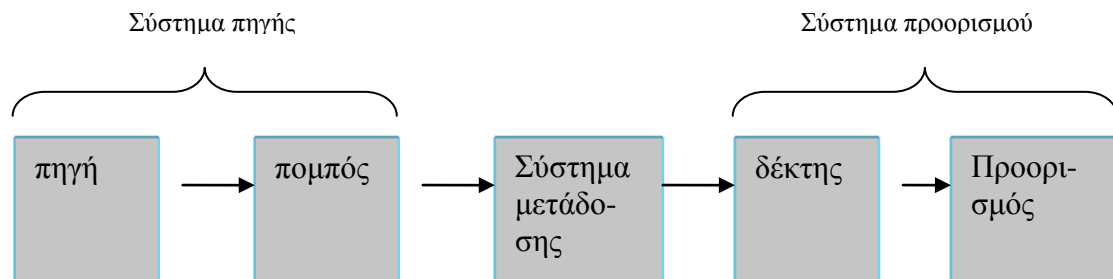
3.5.4	Πρωτόκολλο μεταφοράς υπερκειμένου (HTTP).....	49
3.5.5	Πρωτόκολλο απλής ταχυδρομικής μεταφοράς (SMTP).....	50
3.5.6	TELNET.....	51
3.6	Γιατί θα ήθελε κανείς να χρησιμοποιήσει το TCP/IP;.....	51

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Η ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ υπολογιστών με σκοπό τη συνεργατική δράση αναφέρεται γενικά ως επικοινωνίας υπολογιστών. Ένα απλό μοντέλο επικοινωνιών φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 1.1: Απλοποιημένο μοντέλο επικοινωνιών.

Τα βασικά στοιχεία του μοντέλου είναι τα εξής:

- **Πηγή:** Αυτή η συσκευή παράγει τα δεδομένα που θα μεταδοθούν. Παραδείγματα αποτελούν τα τηλέφωνα και οι προσωπικοί υπολογιστές.
- **Πομπός:** Συνήθως τα δεδομένα που παράγονται από ένα σύστημα πηγής δεν μεταδίδονται απευθείας στη μορφή που έχουν παραχθεί. Ο πομπός μεταλλάζει και κωδικοποιεί την πληροφορία με τέτοιο τρόπο ώστε να παράγει ηλεκτρομαγνητικά σήματα τα οποία μπορούν να μεταδοθούν μέσω κάποιου είδους συστήματος μετάδοσης. Για παράδειγμα, ένα μόντεμ παίρνει μια σειρά ψηφιακών δεδομένων από μια συνδεδεμένη σε αυτό συσκευή, όπως ένας προσωπικός υπολογιστής και μεταλλάζει αυτή τη σειρά των bit σε αναλογικό σήμα που μπορεί να μεταδοθεί από το τηλεφωνικό δίκτυο .
- **Σύστημα μετάδοσης:** Αυτό μπορεί να είναι μια μονή γραμμή μετάδοσης ή ένα πολύπλοκο δίκτυο που συνδέει την πηγή με τον προορισμό.
- **Δέκτης:** Ο δέκτης δέχεται το σήμα από το σύστημα μετάδοσης και το μετατρέπει σε τέτοια μορφή ώστε να μπορεί να είναι κατανοητή από την συσκευή προορισμού. Για παράδειγμα, ένα μόντεμ θα πάρει το αναλογικό σήμα που προέρχεται από ένα δίκτυο ή μια γραμμή μετάδοσης και θα το μετατρέψει σε μια σειρά από bit.

- **Προορισμός:** Παίρνει τα εισερχόμενα δεδομένα από τον δέκτη.

1.2 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ

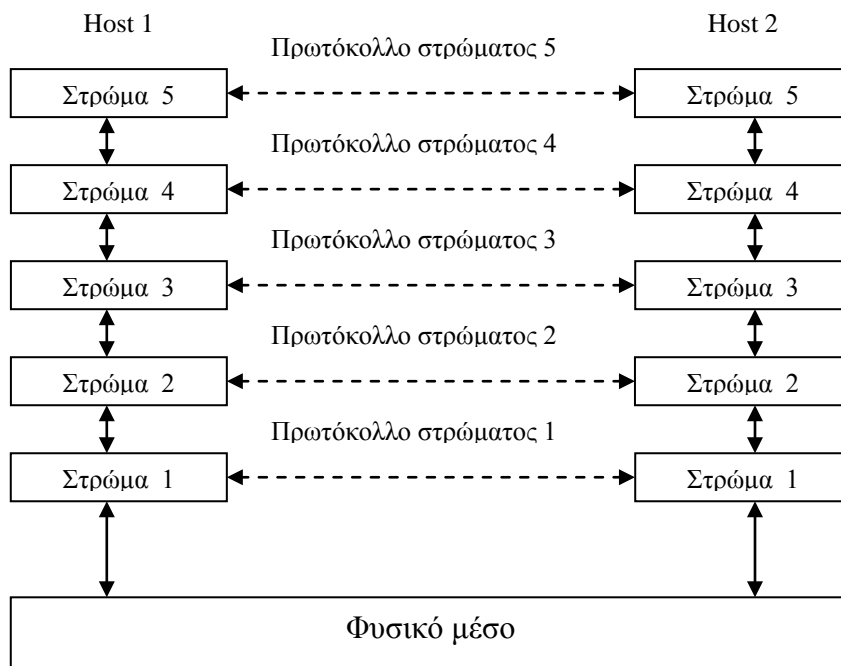
Τα πρώτα δίκτυα υπολογιστών είχαν σχεδιασθεί με κύριο μέλημα το υλικό και το λογισμικό ήρθε ως κατοπινή σκέψη. Αυτή η στρατηγική δεν αποδίδει πια.

Για να μειωθεί η πολυπλοκότητα της σχεδίασής τους, τα περισσότερα δίκτυα οργανώνονται σε σειρά από **στρώματα (layers)** ή **επίπεδα (levels)**, το καθένα από τα οποία κτίζεται πάνω στο κατώτερό του. Ο αριθμός των στρωμάτων, το όνομα του κάθε στρώματος, τα περιεχόμενά του και η λειτουργία του, διαφέρουν από δίκτυο σε δίκτυο. Αλλά σ' όλα τα δίκτυα, σκοπός του κάθε στρώματος είναι να προσφέρει συγκεκριμένες υπηρεσίες στα ανώτερα στρώματα, απομονώνοντάς τα έτσι από τις λεπτομέρειες υλοποίησης των προσφερόμενων υπηρεσιών.

Το στρώμα n μια μηχανής διεξάγει συζήτηση με το στρώμα n μιας άλλης μηχανής. Οι κανόνες και οι συμβάσεις που χρησιμοποιούνται στη συζήτηση αυτή συλλογικά ονομάζονται **πρωτόκολλο (protocol)** στρώματος n. Βασικά, ένα πρωτόκολλο είναι ένας κανόνας, ή ένα σύνολο κανόνων και προτύπων επικοινωνίας που χρησιμοποιούν οι υπολογιστές για την αποστολή και λήψη δεδομένων. Τόσο ο αποστολέας, όσο και ο παραλήπτης που εμπλέκεται στη μεταφορά δεδομένων, πρέπει να γνωρίζουν και να τηρούν τα ίδια πρωτόκολλα. Κατ' αναλογία, όταν μια γυναίκα συστήνεται σ' έναν άνδρα, αυτή μπορεί να επιλέξει να προσφέρει το χέρι της. Αυτός με την σειρά του, μπορεί να αποφασίσει να το σφίξει ή να το φιλήσει, ανάλογα, π.χ., με το αν αυτή είναι Αμερικανίδα δικηγόρος ή Ευρωπαία πριγκίπισσα σε επίσημο χορό. Η παραβίαση του πρωτοκόλλου θα κάνει την επικοινωνία δύσκολη, αν όχι αδύνατη.

Στο σχήμα 1.2 παρουσιάζεται ένα δίκτυο πέντε στρωμάτων. Οι οντότητες που απαρτίζουν τα αντίστοιχα στρώματα σε διαφορετικές μηχανές αποκαλούνται **ομότιμες (peers)**. Μ' άλλα λόγια, οι ομότιμες είναι αυτές που επικοινωνούν χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο.

Στην πραγματικότητα, δεν μεταφέρονται δεδομένα απ' ευθείας, από το στρώμα n της μιας μηχανής στο στρώμα n της άλλης. Αντίθετα, κάθε στρώμα διαβιβάζει δεδομένα και πληροφορίες ελέγχου στο αμέσως κατώτερό του στρώμα μέχρις ότου αυτά φθάσουν στο κατώτατο στρώμα. Κάτω από το στρώμα 1 βρίσκεται το φυσικό μέσο (physical medium), μέσω του οποίου γίνεται η πραγματική επικοινωνία. Στο σχήμα 1.2, η νοητή επικοινωνία παριστάνεται με διακεκομμένες γραμμές και η φυσική επικοινωνία με συνεχείς.



Σχήμα 1.2: Στρώματα, Πρωτόκολλα και Διεπαφές.

Μεταξύ κάθε ζεύγους γειτονικών στρωμάτων υπάρχει μία **διεπαφή (interface)**. Η διεπαφή καθορίζει το ποιες στοιχειώδεις λειτουργίες και υπηρεσίες προσφέρει το κατώτερο στρώμα στο ανώτερο. Όταν οι σχεδιαστές δικτύων αποφασίζουν πόσα στρώματα θα συμπεριλάβει το δίκτυο και το τι θα κάνει το καθένα απ' αυτά, ένας από τους σημαντικότερους προβληματισμούς τους είναι να καθορίσουν σαφείς διεπαφές μεταξύ των στρωμάτων. Αυτό με τη σειρά του απαιτεί ότι το κάθε στρώμα εκτελεί μία συγκεκριμένη συλλογή καλά κατανοητών λειτουργιών. Πέρα από την ελαχιστοποίηση της ποσότητας πληροφορίας, που πρέπει να διαβιβάζεται μεταξύ των στρωμάτων, οι ξεκάθαρες διεπαφές απλοποιούν και την αντικατάσταση της υλοποίησης ενός στρώματος με μια εντελώς διαφορετική υλοποίηση (π.χ. την αλλαγή όλων των τηλεφωνικών γραμμών με δορυφορικά κανάλια). Διότι, το μόνο που απαιτείται από τη νέα υλοποίηση είναι να προσφέρει στο αμέσως ανώτερο στρώμα ακριβώς το ίδιο σύνολο υπηρεσιών με την παλαιά.

Ένα σύνολο από στρώματα και πρωτόκολλα αποκαλείται **αρχιτεκτονική δικτύου (network architecture)**. Οι προδιαγραφές μιας αρχιτεκτονικής πρέπει να περιέχουν αρκετές πληροφορίες που να επιτρέπουν στον κατασκευαστή να γράψει το πρόγραμμα ή να κατασκευάσει το υλικό για κάθε στρώμα έτσι ώστε να υπακούει στο κατάλληλο πρωτόκολλο. Ούτε οι λεπτομέρειες της υλοποίησης ούτε οι προδιαγραφές των διεπαφών αποτελούν τμήμα της αρχιτεκτονικής, επειδή αυτά κρύβονται βαθιά μέσα στις μηχανές και δεν είναι ορατά απ' έξω. Δεν είναι καν αναγκαίο οι διεπαφές σ' όλες τις μηχανές ενός δικτύου να είναι οι ίδιες, αρκεί κάθε μηχανή να χρησιμοποιεί σωστά όλα τα

πρωτόκολλα. Μια λίστα πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται από ένα συγκεκριμένο σύστημα, μ' ένα πρωτόκολλο ανά στρώμα, αποκαλείται **στοίβα πρωτοκόλλων (protocol stack)**.

1.3 ΘΕΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΤΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Μερικά από τα βασικά θέματα σχεδίασης που παρουσιάζονται στη δικτύωση υπολογιστών παρουσιάζονται σε αρκετά στρώματα. Παρακάτω, θα αναφέρουμε σύντομα τα σπουδαιότερα από τα θέματα αυτά.

Κάθε στρώμα χρειάζεται ένα μηχανισμό για τον προσδιορισμό των αποστολέων και των παραληπτών. Εφόσον ένα δίκτυο υπό κανονικές συνθήκες διαθέτει πολλούς υπολογιστές, σε μερικούς από τους οποίους εκτελούνται πολλαπλές διεργασίες, είναι απαραίτητος ένας τρόπος με τον οποίο μια διεργασία σε μια μηχανή να καθορίζει με ποιόν θέλει να μιλήσει. Ως συνέπεια της ύπαρξης πολλών προορισμών απαιτείται κάποιος τρόπος διευθυνσιοδότησης, ώστε να καθορίζεται ένας συγκεκριμένος προορισμός.

Ένα άλλο σύνολο σχεδιαστικών αποφάσεων αφορά τους κανόνες της μετάδοσης δεδομένων. Σε μερικά συστήματα, τα δεδομένα οδεύουν προς μόνο μία κατεύθυνση (**μονόδρομη επικοινωνία - simplex communication**). Σ' άλλα μπορεί να οδεύουν προς αμφότερες τις κατευθύνσεις, αλλά όχι ταυτόχρονα (**ημι- αμφίδρομη επικοινωνία - half duplex communication**). Το πρωτόκολλο πρέπει επίσης να καθορίζει το σε πόσα λογικά κανάλια αντιστοιχεί η σύνδεση και ποιες είναι οι προτεραιότητές τους. Πολλά δίκτυα παρέχουν τουλάχιστον δύο λογικά κανάλια ανά σύνδεση, ένα για τα κανονικά δεδομένα κι ένα για τα επείγοντα.

Ο έλεγχος λαθών είναι ένα σοβαρό θέμα, επειδή τα κυκλώματα της φυσικής επικοινωνίας δεν είναι τέλεια. Είναι γνωστοί πολλοί κώδικες ανίχνευσης και διόρθωσης λαθών, αλλά αμφότερα τα άκρα της σύνδεσης πρέπει να συμφωνήσουν για το ποιος θα χρησιμοποιηθεί. Επιπρόσθετα, ο δέκτης πρέπει να διαθέτει κάποιον τρόπο, με τον οποίο να πληροφορεί τον αποστολέα για το ποια μηνύματα έχουν ληφθεί σωστά και ποια όχι.

Μερικά κανάλια επικοινωνίας δεν διατηρούν τη σειρά με την οποία τους δίδονται τα προς αποστολή μηνύματα. Για να αντιμετωπισθούν πιθανές απώλειες της σειράς, το πρωτόκολλο πρέπει να λάβει συγκεκριμένα μέτρα ώστε να μπορέσει ο δέκτης να ξαναβάλει τα κομμάτια στη σειρά τους. Μια προφανής λύση είναι η αρίθμηση των κομματιών, αλλά η λύση αυτή αφήνει αναπάντητο το ερώτημα του τι θα γίνει με τα κομμάτια που φθάνουν εκτός σειράς.

Ένα θέμα που εμφανίζεται σε κάθε στρώμα είναι πώς να συγκρατηθεί ένας ταχύς πομπός από το να πλημμυρίσει με δεδομένα έναν αργό δέκτη. Έχουν προταθεί διάφορες λύσεις, μερικές απ' αυτές χρησιμοποιούν μια μορφή ανάδρασης από τον δέκτη στον πομπό, είτε αμέσως είτε εμμέσως, για την τρέχουσα κατάσταση του δέκτη. Άλλες περιορίζουν τον πομπό σε έναν συμφωνημένο ρυθμό μετάδοσης.

Ένα άλλο πρόβλημα, που πρέπει να λυθεί σε αρκετά στρώματα, είναι η αδυναμία που παρουσιάζουν όλες οι διεργασίες στο να δεχθούν μεγάλα μηνύματα αυθαιρέτου μήκους. Αυτό οδηγεί σε μηχανισμούς αποσυναρμολόγησης, μετάδοσης και ανασυναρμολόγησης των μηνυμάτων. Ένα σχετικό θέμα είναι το τι θα γίνει όταν οι διεργασίες επιμένουν στην αποστολή δεδομένων σε μονάδες, που είναι τόσο μικρές, ώστε η αποστολή της καθαρής ξεχωριστά να μην είναι αποδοτική. Η λύση εδώ είναι η συνένωση μικρών μηνυμάτων, που απευθύνονται προς έναν κοινό προορισμό, σ' ένα μεγάλο μήνυμα και ακολούθως ο διαμελισμός του μεγάλου αυτού μηνύματος στην άλλη πλευρά.

Όταν η εγκατάσταση ξεχωριστής σύνδεσης για κάθε ζεύγος διεργασιών που επικοινωνούν είναι άβολη ή ακριβή, το αμέσως κατώτερο στρώμα μπορεί να αποφασίσει να χρησιμοποιήσει την ίδια σύνδεση για πολλαπλές άσχετες μεταξύ τους επικοινωνίες. Εφόσον η πολυπλεξία και η αποπολυπλεξία γίνονται διαφανώς αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν από οποιοδήποτε στρώμα. Η πολυπλεξία χρειάζεται στο φυσικό στρώμα, για παράδειγμα, όπου όλη η κίνηση για όλες τις συνδέσεις, πρέπει να σταλεί μέσω ενός ή το πολύ μερικών φυσικών κυκλωμάτων.

Όταν υπάρχουν πολλαπλά μονοπάτια μεταξύ πηγής και προορισμού, πρέπει να επιλέγει μία διαδρομή. Μερικές φορές, η απόφαση αυτή πρέπει να ληφθεί από δύο ή περισσότερα στρώματα. Για παράδειγμα, να σταλούν δεδομένα από το Λονδίνο στη Ρώμη, μια απόφαση υψηλού επιπέδου θα αφορά το αν τα δεδομένα θα ακολουθήσουν τη διαδρομή μέσω Γαλλίας ή Γερμανίας, βάσει των αντιστοίχων νόμων των χωρών αυτών ως προς το απόρρητο. Μια απόφαση χαμηλού επιπέδου θα πρέπει επίσης να ληφθεί, ώστε να επιλεγεί ένα από τα πολλά διαθέσιμα κυκλώματα, βάσει του τρέχοντος φορτίου κίνησης.

1.4 ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ

Οι υπηρεσίες και τα πρωτόκολλα είναι διαφορετικές έννοιες, αν και συχνά συγχέονται. Η διάκρισή τους είναι όμως τόσο σημαντική, ώστε εδώ την επαναλαμβάνουμε με μεγαλύτερη έμφαση. Μια υπηρεσία αποτελείται από ένα σύνολο στοιχείων υπηρεσίας (λειτουργίες), τα οποία ένα στρώμα παρέχει στο αμέσως ανώτερό του. Η υπηρεσία καθορίζει το ποιες λειτουργίες είναι προετοιμασμένο να εκτελέσει το στρώμα για λογαριασμό των χρηστών του, αλλά δεν αναφέρει το παραμικρό για το πώς υλοποιούνται αυτές οι λειτουργίες. Μία υπηρεσία σχετίζεται με τη διεπαφή μεταξύ δύο στρωμάτων, με το κατώτερο στρώμα να είναι ο παροχέας της υπηρεσίας και το ανώτερο να είναι ο χρήστης της.

Σε αντίθεση, ένα πρωτόκολλο είναι ένα σύνολο κανόνων που διέπουν τη δομή και το νόημα των πλαισίων, των πακέτων ή των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται μεταξύ των ομότιμων οντοτήτων του ίδιου στρώματος. Οι οντότητες χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα έτσι ώστε να υλοποιήσουν τις υπηρεσίες τους. Έχουν την ευχέρεια να αλλάζουν τα πρωτόκολλα τους κατά βούληση, αρκεί να μην αλλάζουν την υπηρεσία που είναι ορατή

στους χρήστες τους. Έτσι, η υπηρεσία και το πρωτόκολλο είναι πλήρως αποσυνδεδεμένα.

Αξίζει να γίνει ένας παραλληλισμός με τις γλώσσες προγραμματισμού. Η υπηρεσία είναι σαν έναν αφηρημένο τύπο δεδομένων ή ένα αντικείμενο σε μια αντικειμενοστραφή γλώσσα. Καθορίζει τις λειτουργίες που μπορούν να ασκηθούν σ' ένα αντικείμενο, αλλά δεν καθορίζει το πώς θα υλοποιηθούν αυτές οι λειτουργίες. Το πρωτόκολλο σχετίζεται με την υλοποίηση της υπηρεσίας κι έτσι δεν είναι ορατό στον χρήστη της υπηρεσίας.

Πολλά παλιότερα πρωτόκολλα δεν διακρίνουν την υπηρεσία από το πρωτόκολλο. Έτσι, ένα τυπικό στρώμα μπορούμε να έχει ένα στοιχείο υπηρεσίας, π.χ. ΣΤΕΙΛΕ ΠΑΚΕΤΟ, όπου ο χρήστης παρέχει ένα πλήρως συναρμολογημένο πακέτο. Αυτή η διευθέτηση σήμαινε, ότι όλες οι αλλαγές στο πρωτόκολλο γίνονταν αμέσως ορατές στον χρήστη. Οι περισσότεροι σχεδιαστές δικτύων θεωρούν τώρα, ότι μία παρόμοια σχεδίαση αποτελεί ανοησία.

1.5 Η ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Ήδη από παλιά είναι γνωστό ότι στη βιομηχανία τηλεπικοινωνιών χρειάζονται πρότυπα που να κυβερνούν τα φυσικά, ηλεκτρικά και διαδικαστικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού επικοινωνίας, στο παρελθόν αυτή η άποψη δεν ήταν αποδεκτή από τη βιομηχανία υπολογιστών. Ενώ οι πωλητές επικοινωνιακού εξοπλισμού αναγνωρίζουν ότι ο εξοπλισμός τους γενικά θα διασυνδέεται και θα επικοινωνεί με τον εξοπλισμό άλλων πωλητών, οι πωλητές υπολογιστών παραδοσιακά προσπαθούσαν να μονοπωλήσουν τους πελάτες τους. Η ανάπτυξη των υπολογιστών και της κατανεμημένης επεξεργασίας έχει κάνει το στόχο μη υλοποιήσιμο. Υπολογιστές διαφορετικών πωλητών πρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους με την ανάπτυξη των προτύπων πρωτοκόλλων και οι πελάτες πλέον δεν θα χρειάζεται να έχουν ειδικό λογισμικό μετατροπής πρωτοκόλλου. Το αποτέλεσμα είναι ότι τα πρωτόκολλα τώρα διεισδύουν σε όλες τις περιοχές της τεχνολογίας.

Τα πρωτόκολλα και τα πρότυπα είναι σημαντικά για τη διασφάλιση της συμβατότητας ανάμεσα σε διαφορετικά πράγματα. καθώς όλο και περισσότεροι κατασκευαστές λογισμικού και εξοπλισμού άρχισαν να συμμετέχουν στη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, δεν υπήρχε εγγύηση ότι τα προϊόντα τους θα ήταν συμβατά μεταξύ τους. Έπρεπε να δημιουργηθεί ένα σύστημα ώστε οι καταναλωτές λογισμικού και εξοπλισμού να μην αντιμετωπίζουν προβλήματα από την αγορά ασύμβατων συστημάτων.

Τα πρότυπα και τα πρωτόκολλα δημιουργήθηκαν για να μας προφυλάξουν από τα προβλήματα ασυμβατότητας. Η δημιουργία πρωτοκόλλων είναι μια επιστήμη που προοδεύει και εξελίσσεται συνεχώς. Διαρκώς δημιουργούνται και δοκιμάζεται νέα πρωτόκολλα. Τα υπάρχοντα πρωτόκολλα βελτιώνονται όταν προκύψει ανάγκη. Λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης των υπολογιστών, παρουσιάζονται όλο και

περισσότερα πρωτόκολλα. Ωστόσο, προτού γίνει αποδεκτό και ευρέως εφαρμόσιμο ένα πρωτόκολλο, περνά από αυστηρούς ελέγχους. Ένα σπάνια πλαίσιο εργασίας χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση, τη σύγκριση, τον έλεγχο, και την αξιολόγηση πρωτοκόλλων.

Σε όλη την έκταση του βιβλίου θα περιγράψουμε τα πιο σημαντικά πρότυπα που βρίσκονται σε χρήση ή αναπτύσσονται για διάφορα είδη επικοινωνιών υπολογιστών και δεδομένων.

Υπάρχει ένας αριθμός από πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στη διαδικασία της δημιουργίας προτύπων. Εδώ αναφέρουμε τα πιο σημαντικά. Τα **πλεονεκτήματα** των προτύπων είναι τα παρακάτω:

- 1 Ένα πρότυπο εξασφαλίζει ότι υπάρχει μια μεγάλη αγορά για ένα συγκεκριμένο κομμάτι εξοπλισμού ή λογισμικού. Αυτό ενθαρρύνει τη μαζική παραγωγή και σε μερικές περιπτώσεις τη χρήση τεχνικών υλοποίησης υψηλού βαθμού (Large Scale Integration-LSI) και πολύ υψηλού βαθμού (Very Large Scale Integration-VLSI) που οδηγούν σε μικρότερο κόστος.
- 2 Ένα πρότυπο επιτρέπει σε προϊόντα διαφορετικών κατασκευαστών να επικοινωνούν παρέχοντας στον αγοραστή μεγαλύτερη ευελιξία στην επιλογή και χρήση εξοπλισμού.

Τα σημαντικότερα **μειονεκτήματα** είναι τα παρακάτω:

- 1 Ένα πρότυπο έχει την τάση να «παγώνει» την εξέλιξη της τεχνολογίας. Μέχρι να αναπτυχθεί ένα πρότυπο, υφιστάμενο σε αναθεωρήσεις και συμβιβασμούς, και να τεθεί σε ισχύ, εμφανίζονται πιο αποτελεσματικές τεχνικές.
- 2 Υπάρχουν πολλαπλά πρότυπα για το ίδιο πράγμα . αυτό δεν αποτελεί μειονέκτημα των προτύπων καθαυτών, αλλά του τρόπου με τον οποίο γίνονται τα πράγματα. Ευτυχώς τα τελευταία χρόνια οι διάφοροι οργανισμοί προτυποποίησης έχουν αρχίσει να συνεργάζονται πιο στενά. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ακόμη περιοχές όπου υπάρχουν συγκρουόμενα πρότυπα.

Ως βάση για την ανάπτυξη των προτύπων της διαλειτουργικότητας επικοινωνιών έχουν χρησιμοποιηθεί δύο αρχιτεκτονικές πρωτοκόλλων: η σιρίβα πρωτοκόλλων TCP/IP και το μοντέλο OSI. Η TCP/IP είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη αρχιτεκτονική διαλειτουργικότητας και το OSI έχει επικρατήσει ως το πρότυπο μοντέλο για την ταξινόμηση των επικοινωνιακών λειτουργιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ TCP/IP

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η σχεδίαση του TCP/IP προέρχεται ιστορικά από το σύστημα πρωτοκόλλου από το οποίο έγινε το internet. Το internet, όπως και πολλά άλλα συστήματα υψηλής τεχνολογίας, δημιουργήθηκε από έρευνα που έγινε από το Υπουργείο Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών (Department of Defense, DOD).

Στα τέλη της δεκαετίας του 1950, το δίκτυο του Υπουργείου Άμυνας, αποτελούνταν από μερικά υπολογιστικά συστήματα, τα οποία ήταν συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω ζεύξεως μετάδοσης σημείο - προς - σημείο. Εκείνο που ήθελε να εξασφαλίσει στην συνέχεια, ήταν η βιωσιμότητα του δικτύου σε περίπτωση πολέμου. Έτσι έπρεπε να σχεδιαστεί ένα δίκτυο που θα μπορούσε να 'θεραπεύεται' από μόνο του, δηλαδή να επιδιορθώνει μόνο του τα προβλήματά του. Σε περίπτωση καταστροφής κάποιου κόμβου ή τομέα του δικτύου, το υπόλοιπο δίκτυο θα έπρεπε να μπορεί να λειτουργεί κανονικά.

Αυτό το δίκτυο ανέλαβε να δημιουργήσει η Υπηρεσία Προηγμένων Ερευνητικών Έργων (Advanced Research Project Agency, ARPA) των Η.Π.Α. εκ μέρους του DOD, με αποτέλεσμα να δημιουργήσει ένα ευέλικτο δίκτυο που ονομαζόταν ARPANET, ως απάντηση προς την ενδεχόμενη απειλή πυρηνικής επίθεσης από την Σοβιετική Ένωση, το οποίο τέθηκε σε λειτουργία το 1968.

Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιούσε αυτό το δίκτυο ήταν το NCP (Network Control Protocol – Πρωτόκολλο Ελέγχου Δικτύου), το TCP/IP δεν είχε δημιουργηθεί ακόμα. Το NCP μπορούσε να παρέχει δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ μικρού αριθμού ατόμων. Ωστόσο, καθώς αναπτυσσόταν το ARPANET, έγινε αισθητή και η ανάγκη ενός νέου πρωτοκόλλου, επειδή το NCP ήταν πολύ περιορισμένο και δεν είχε την απαιτούμενη δυναμικότητα για το ευρύτερο δίκτυο που είχε αρχίσει να αναπτύσσεται ραγδαία. Έτσι με την εμφάνιση του TCP/IP θα λυνόταν αυτό το πρόβλημα γιατί δεν θα αποτελούσε απλά την σύνδεση κάποιων σημείων μεταξύ τους, αλλά την σύνδεση εκατομμυρίων χρηστών μεταξύ τους.

Το 1971 η εργασία για την εξέλιξή του συνεχίστηκε από την Υπηρεσία Προηγμένων Ερευνητικών Προγραμμάτων του Υπουργείου Άμυνας (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA).

Το 1978, ο έλεγχος και η περαιτέρω ανάπτυξη αυτής της γλώσσας οδήγησε στη δημιουργία μιας νέας ομάδας πρωτοκόλλων με το όνομα

TCP/IP. Έτσι το 1983 αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί το TCP/IP ως στάνταρ γλώσσα του ARPANET, αντικαθιστώντας το NCP .

Όταν δημιουργήθηκε το ARPANET, το DOD δημιούργησε μια άτυπη επιτροπή για να το επιβλέπει. Το 1983, η επιτροπή αυτή μετονομάστηκε σε Συμβούλιο Απασχόλησης Internet (Internet Activities Board, IAB). Αυτή η επιτροπή φρόντιζε να κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση οι ερευνητές που ασχολούνται με το ARPANET.

Το IAB διοργάνωνε συναντήσεις για να συζητήσει τα αποτελέσματα του δικτύου και τις αλλαγές που έπρεπε να γίνουν για την βελτίωσή της τεχνολογίας που χρησιμοποιούσε. Για να παροτρύνει και να διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ των μηχανικών που ασχολούνταν με την ανάπτυξη του δικτύου, σχεδιάστηκε ένα σύστημα το οποίο βασίζεται σε έγγραφο RFC. Το RFC (Request For Comments – Αίτηση Για Σχολιασμό) είναι έγγραφο δημιουργημένο από έναν μηχανικό, μια ομάδα μηχανικών ή κάποιον με μια καλύτερη ιδέα, με σκοπό τη σχεδίαση μιας νέας τεχνολογίας ή τον εμπλουτισμό μιας υπάρχουσας.

Το 1989, το IAB αναδιοργανώθηκε πάλι. Το IAB διαχωρίστηκε σε δύο κλάδους, την IRTF (Internet Research Task Force – Μονάδα Έρευνας Internet) και την IETF (Internet Engineering Task Force - Μονάδα Σχεδιασμού Internet). Ο πρώτος κλάδος ασχολείται με την μακρόχρονη έρευνα και ο δεύτερος κλάδος μελετάει και ορίζει τους κανόνες σε ηλεκτρονικά θέματα. Το IETF χωρίζεται σε ομάδες εργασίας που μελετούν συγκεκριμένα θέματα του TCP/IP και του ARPANET.

Ένα έγγραφο RFC μπορεί να υποβληθεί στην επιτροπή IETF για αξιολόγηση. Οι μηχανικοί που ανήκουν σ' αυτό το φορέα, εξετάζουν τα υποβληθέντα έγγραφα και αναθέτουν στο καθένα έναν αριθμό. Η αρίθμησή τους γίνεται βάσει της χρονολογικής σειράς δημιουργίας τους. Τώρα υπάρχουν γύρω στα 3.000. Τα RFC αποθηκεύονται στο δίκτυο on – line και είναι προσβάσιμα σ' οποιονδήποτε ενδιαφερόμενο. Το TCP/IP είναι καρπός μιας μεθοδολογίας ανάπτυξης που βασίστηκε στα έγγραφα RFC.

Το δίκτυο στη συνέχεια χωρίστηκε σε δύο επιμέρους δίκτυα, το Στρατιωτικό Δίκτυο (Military Network, MILNET) και το γνωστό ARPANET. Το δίκτυο αυτό παρέμεινε σε λειτουργία έως το 1990, οπότε και ο τελευταίος κόμβος του αποσυνδέθηκε από τον έλεγχο του Υπουργείου Άμυνας των Η.Π.Α.

Σήμερα το ARPANET είναι γνωστό ως internet και το TCP/IP εξελίχθηκε για να ικανοποιεί τις διαρκώς εξελισσόμενες απαιτήσεις του internet.

2.2 ΕΝΝΟΙΑ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ TCP/IP

Η ονομασία του προτύπου αναφοράς TCP/IP προέρχεται από δύο βασικά πρωτόκολλα, **το πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης (TCP)** που είναι αξιόπιστο και προσανατολισμένο σε συνδέσεις και **το πρωτόκολλο διαδικτύου (IP)** που παρέχει λογική διευθυνσιοδότηση και δυνατότητες

δρομολόγησης. Ουσιαστικά όμως δεν αποτελείται μόνο από αυτά τα δύο αλλά από μια ακολουθία πρωτοκόλλων κάθε ένα από τα οποία είναι διαμορφωμένο για να απευθύνεται σε ειδικές εφαρμογές στα πλαίσια ενός διαδικτύου.

Με λίγα λόγια το TCP/IP είναι μια ομάδα ισχυρών, γρήγορων, αποτελεσματικών και επεκτάσιμων πρωτοκόλλων, που καθιστούν δυνατή την επικοινωνία μεταξύ δικτύων. Αυτός είναι ο βασικός παράγοντας που κάνει το TCP/IP τόσο ευέλικτος. Κάθε πρωτόκολλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα και όλα είναι συμβατά με άλλες τεχνολογίες μεταφοράς.

Το TCP/IP προσφέρει ένα ευέλικτο σύνολο υπηρεσιών και εφαρμογών και έχει προτυποποιηθεί. Δεν υπάρχει άλλη τεχνολογία που να προσφέρει τις υπηρεσίες του TCP/IP, την ικανότητα διασύνδεσης σχεδόν με οποιαδήποτε συσκευή ή τον εξοπλισμό και την ωριμότητα που το διακρίνει.

Το TCP/IP έφτασε στη σύγχρονη μορφή του μέσα από συνεχή εξέλιξη. Η δημιουργία αυτού του προτύπου βασίστηκε σε συγκεκριμένους στόχους που υπαγόρευαν την ανάπτυξή του σαν ένα βιώσιμο πρωτόκολλο για το διαρκώς εξελισσόμενο Διαδίκτυο. Οι στόχοι που ικανοποιήθηκαν με την ανάπτυξη του TCP/IP είναι:

✚ **Ανεξαρτησία από τον εξοπλισμό.** Η ομάδα πρωτοκόλλων TCP/IP μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις πλατφόρμες υπολογιστών, όπως Mac, PCs, mainframes, κ.α.

✚ **Ανεξαρτησία από το λογισμικό.** Το TCP/IP χρησιμοποιείται από διάφορες εφαρμογές και κατασκευαστές λογισμικού. Αυτό επιτρέπει στα συστήματα να επικοινωνούν μεταξύ τους, χωρίς να χρησιμοποιούν πάντα το ίδιο λογισμικό.

✚ **Ανάκαμψη από σφάλματα και ικανότητα χειρισμού υψηλού ποσοστού σφαλμάτων.** Προσφέρει αξιόπιστη επικοινωνία, ανάμεσα στους υπολογιστές αποστολής και λήψης οι οποίοι μπορούν να προσδιορίσουν και να διορθώσουν λανθασμένες μεταδόσεις και να ελέγξουν τη ροή των δεδομένων.

✚ **Αποτελεσματικό πρωτόκολλο χαμηλού φορτίου.** Διαιρεί τα μηνύματα σε διαχειρίσιμα τμήματα δεδομένων, που θα μπορούν να περάσουν με αποτελεσματικό τρόπο από το υλικό μετάδοσης του δικτύου.

✚ **Δυνατότητα προσθήκης νέων δικτύων στο διαδίκτυο, χωρίς διακοπή της λειτουργίας του.** Το TCP/IP δίνει τη δυνατότητα σε νέα και ανεξάρτητα δίκτυα να συνδεθούν σ' αυτό το "δίκτυο των δικτύων" χωρίς να διακόψουν την λειτουργία του.

✚ **Δεδομένα με δυνατότητα δρομολόγησης.** Επιτρέπει τη μεταφορά των δεδομένων, μέσω ενός διαδικτύου υπολογιστών, προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Για να γίνει κάτι τέτοιο, πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα μεμονωμένο και λογικό σχήμα διευθυνσιοδότησης, έτσι ώστε ο κάθε υπολογιστής να μπορεί να υπολογίζει την βέλτιστη διαδρομή για την

διακίνηση των δεδομένων στο δίκτυο. Αυτό πετυχαίνεται με τη χρήση του TCP/IP.

Εν κατακλείδι, το πρωτόκολλο αυτό σχεδιάστηκε για να υποστηρίζει επικοινωνίες δεδομένων μέσω ενός αριθμού δικτύων που δε σχετίζονται μεταξύ τους και να διασφαλίζει ότι τα δεδομένα μεταφέρονται αξιόπιστα ακόμη και αν τα ενδιάμεσα δίκτυα καταρρεύσουν κατά τη διάρκεια της μετάδοσης.

Η ανάπτυξη των πρωτοκόλλων TCP/IP συνεχίζεται ακόμα και σήμερα, καθώς τα διαδίκτυα πρέπει να αντιμετωπίζουν διαρκώς νέες απαιτήσεις.

2.3 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ TCP/IP

Το TCP/IP χρησιμοποιείται πάνω από 20 χρόνια, και ο χρόνος έδειξε ότι πρόκειται για μια δοκιμασμένη, σταθερή και αξιόπιστη ομάδα πρωτοκόλλων. Το TCP/IP έχει πολλές δυνατότητες και πλεονεκτήματα. Σ' αυτή την ενότητα θα μάθετε τα πιο σημαντικά.

✚ Υποστήριξη από κατασκευαστές

Το TCP/IP υποστηρίζεται από πολλούς κατασκευαστές εξοπλισμού και λογισμικού. Αυτό σημαίνει ότι το TCP/IP δε συνδέεται με τις προσπάθειες ανάπτυξης μιας μεμονωμένης επιχείρησης. Αντιθέτως, η επιλογή του πρωτοκόλλου TCP/IP για ένα δίκτυο μπορεί να βασίζεται στην πρακτική χρησιμότητα του δικτύου και όχι στο λογισμικό ή το hardware που έχει αγοραστεί.

✚ Διαλειτουργικότητα

Ένας από τους βασικότερους λόγους για τους οποίους το TCP/IP χαίρει παγκοσμίας αποδοχής είναι το γεγονός ότι μπορεί να εγκατασταθεί και να χρησιμοποιηθεί σχεδόν σε οποιαδήποτε πλατφόρμα. Για παράδειγμα, ένα σύστημα Unix, μέσω του TCP/IP, μπορεί να επικοινωνήσει και να μεταφέρει δεδομένα σ' ένα υπολογιστή με DOS ή Windows. Ο όρος "σύστημα" είναι ένα εναλλακτικό όνομα για έναν υπολογιστή ή μια συσκευή σ' ένα δίκτυο. Το TCP/IP καταργεί τις διαχωριστικές γραμμές μεταξύ των συστημάτων.

✚ Ευελιξία

Το TCP/IP αποτελεί μια εξαιρετικά ευέλικτη ομάδα πρωτοκόλλων, παράδειγμα της ευελιξίας του αποτελεί το εύρος των δυνατοτήτων που έχει ένας επόπτης στον καθορισμό διευθύνσεων. Ο επόπτης μπορεί να αναθέτει αυτόματα ή χειροκίνητα μια διεύθυνση IP σ' ένα σύστημα, και ένα σύστημα με το TCP/IP μπορεί να μετατρέπει τα ευκολομνημόνευτα ονόματα, όπως για παράδειγμα το <http://www.sybex.com>, σε διευθύνσεις IP.

✚ Δυνατότητα δρομολόγησης

Ένας περιορισμός πολλών πρωτοκόλλων είναι η δυσκολία τους να διακινήσουν δεδομένα από έναν κλάδο του δικτύου σ' ένα άλλο. Το TCP/IP τα καταφέρνει αξιοσημείωτα κατά στη δρομολόγηση δεδομένων από έναν κλάδο του δικτύου σ' έναν άλλο, ή από ένα δίκτυο σε κάποιο μέρος του κόσμου σ' ένα άλλο δίκτυο σε κάποιο άλλο μέρος του κόσμου. Στην ενότητα που ακολουθεί θα μάθετε πώς γεννήθηκαν αυτές οι

δυνατότητες του TCP/IP.

2.4 ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΤΟΥ TCP/IP

Το TCP/IP έφτασε στη σύγχρονη μορφή του μέσα από συνεχή εξέλιξη. Τα πρωτόκολλα που το απαρτίζουν έχουν περάσει από πολλαπλούς ελέγχους, τροποποιήσεις και βελτιώσεις. Η αρχική σχεδίαση της ομάδας πρωτοκόλλων TCP/IP βασίστηκε σε συγκεκριμένους στόχους που υπαγόρευαν την ανάπτυξή του σαν ένα βιώσιμο πρωτόκολλο για το διαρκώς εξελισσόμενο Διαδίκτυο. Ορισμένοι από τους στόχους ήταν:

✚ **Ανεξαρτησία από τον εξοπλισμό.** Μια ομάδα πρωτοκόλλων που θα μπορούσε να χρησιμοποιείται σε όλες τις πλατφόρμες υπολογιστών: Mac, PCs, mainframes, κ.α.

✚ **Ανεξαρτησία από το λογισμικό.** Μια ομάδα πρωτοκόλλων που θα μπορούσε να χρησιμοποιείται από διάφορες εφαρμογές και κατασκευαστές λογισμικού. Αυτό θα επέτρεπε στα συστήματα μιας εγκατάστασης να επικοινωνούν με τα συστήματα μιας άλλης εγκατάστασης ανεξάρτητα από το λογισμικό που χρησιμοποιούσαν.

✚ **Ανάκαμψη από σφάλματα και ικανότητα χειρισμού υψηλού ποσοστού σφαλμάτων.** Μια ομάδα πρωτοκόλλων με δυνατότητα αυτόματης ανάκαμψης από καταστάσεις σφάλματος, όπως π.χ. η απόρριψη ή η απώλεια πακέτων δεδομένων. Το πρωτόκολλο αυτό θα έπρεπε επίσης να μπορεί να αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τη μη - διαθεσιμότητα ενός συστήματος, σε οποιοδήποτε τμήμα του δικτύου, όποτε και αν εμφανιστεί κατά τη μεταφορά δεδομένων.

✚ **Αποτελεσματικό πρωτόκολλο χαμηλού φόρτου.** Μια ομάδα πρωτοκόλλων που θα πρόσθετε ελάχιστα "επιπλέον" δεδομένα στον όγκο των μεταφερόμενων δεδομένων. Αυτά τα επιπλέον δεδομένα - ο επιπλέον "φόρτος" που προσθέτει το πρωτόκολλο στην επικοινωνία - χρησιμοποιούνται για το "πακετάρισμα" των μεταδιδόμενων δεδομένων και καθιστούν δυνατή τη μετάδοσή τους. Είναι κάτι ανάλογο με τα κουτιά που χρησιμοποιούνται για την αποστολή ταχυδρομικών δεμάτων. Η προσθήκη πολλών επιπλέον δεδομένων θα ήταν σα να χρησιμοποιούσατε ένα τεράστιο κουτί για να στείλετε σε κάποιον ένα μικρό βιβλίο.

✚ **Δυνατότητα προσθήκης νέων δικτύων στο διαδίκτυο, χωρίς διακοπή της λειτουργίας του.** Μια ομάδα πρωτοκόλλων που θα έδινε δυνατότητα σε νέα και ανεξάρτητα δίκτυα να συνδεθούν σ' αυτό το "δίκτυο" χωρίς να διακόψουν την λειτουργία του.

✚ **Δεδομένα με δυνατότητα δρομολόγησης.** Μια ομάδα πρωτοκόλλων η οποία θα επέτρεπε τη μεταφορά των δεδομένων, μέσω ενός διαδικτύου υπολογιστών, προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Για να γίνει κάτι τέτοιο, πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα μεμονωμένο και λογικό σχήμα διευθυνσιοδότησης, έτσι ώστε ο κάθε υπολογιστής να μπορεί να υπολογίζει την βέλτιστη διαδρομή για την διακίνηση των δεδομένων στο δίκτυο.

Η ομάδα πρωτοκόλλων TCP/IP αναπτύχθηκε για να ικανοποιήσει αυτούς τους στόχους. Σ' αυτή την εργασία θα μάθετε πως το TCP/IP ικανοποίησε τους αρχικούς στόχους της σχεδίασης του, και πως

κατάφερε να τους ξεπεράσει.

2.5 Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ TCP/IP

Το μοντέλο αναφοράς OSI των επτά στρωμάτων επινοήθηκε πριν από την διαδίκτυωση. Γι' αυτό, το μοντέλο δεν έχει κάποιο επίπεδο για τα πρωτόκολλα διαδικτύου. Ακόμα, το μοντέλο αναφοράς των επτά επιπέδων αφιερώνει ένα ολόκληρο επίπεδο στα πρωτόκολλα συνόδου, τα οποία έχουν γίνει λιγότερο σημαντικά καθώς τα υπολογιστικά συστήματα δεν είναι πλέον μεγάλα χρονομεριζόμενα συστήματα αλλά προσωπικοί σταθμοί εργασίας. Γι' αυτό οι ερευνητές που ανέπτυξαν το TCP/IP επινόησαν ένα μοντέλο διαστρωμάτωσης, όπου κάθε στρώμα θα εκτελεί συγκεκριμένα καθήκοντα.

Το μοντέλο αυτό ονομάζεται επίσης και μοντέλο διαστρωμάτωσης internet ή μοντέλο αναφοράς internet.

Ένα συνηθισμένο μοντέλο που περιγράφει την δικτύωση TCP/IP, είναι το μοντέλο των τεσσάρων στρωμάτων όπου χωρίζεται ως εξής: το στρώμα πρόσβασης δικτύου, το στρώμα internet, το στρώμα μεταφοράς και το στρώμα εφαρμογής, αλλά δεν είναι το μόνο. Για παράδειγμα, το μοντέλο ARPANET, όπως περιγράφεται στο RFC 871, περιγράφει τρία στρώματα: το στρώμα διασύνδεσης δικτύου, το στρώμα από κύριο υπολογιστή σε κύριο υπολογιστή και το στρώμα επεξεργασίας / εφαρμογής.

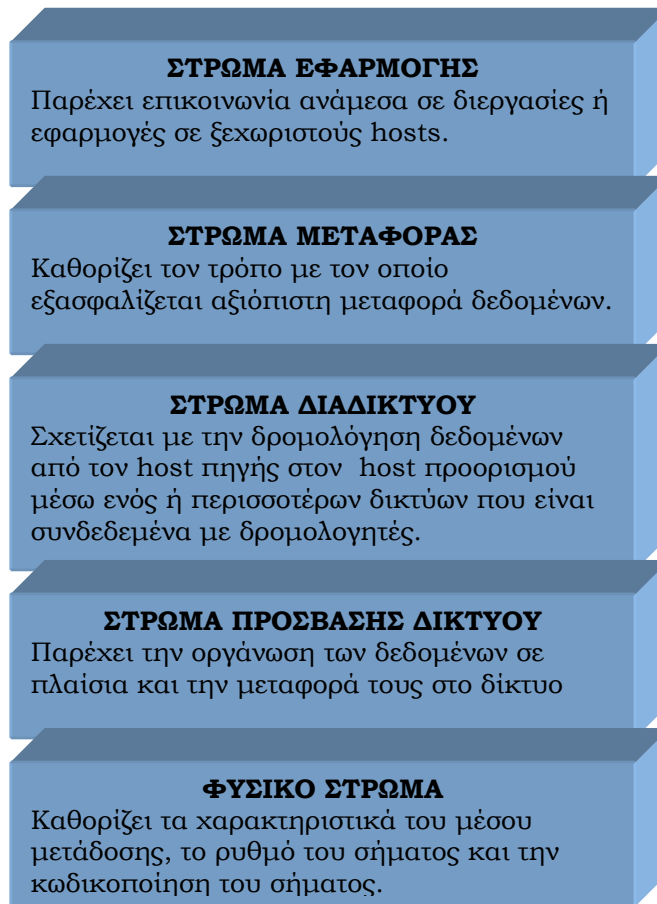
Αυτό το μοντέλο που θα εξετάσουμε εμείς είναι το μοντέλο πέντε στρωμάτων. Αυτό το μοντέλο ταιριάζει με το μοντέλο αναφοράς OSI. Μερικά επίπεδα του μοντέλου αναφοράς TCP/IP αντιστοιχούν σε επίπεδα του μοντέλου αναφοράς του OSI.

Τα στρώματα, ξεκινώντας από το χαμηλότερο, είναι τα εξής:

- 1ο. Το φυσικό στρώμα**
- 2ο. Το στρώμα πρόσβασης Δικτύου**
- 3ο. Το στρώμα Διαδικτύου**
- 4ο. Το στρώμα μεταφοράς**
- 5ο. Το στρώμα εφαρμογής**

Το σχήμα 2.1 παρουσιάζει συνοπτικά τον σκοπό του κάθε στρώματος.

Η πρακτική, της περιγραφής των συστημάτων πρωτοκόλλων σε επίπεδα έχει ευρεία διάδοση γιατί αυτό το σύστημα επιπέδων αποσαφηνίζει το σύστημα πρωτοκόλλων. Το TCP/IP, όπως αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο, είναι μια ομάδα πρωτοκόλλων. Με την διαστρωμάτωση του TCP/IP γίνεται διαχωρισμός αυτών των πρωτοκόλλων στα επίπεδα, διότι κάθε πρωτόκολλο παίζει τον δικό του ρόλο.



Σχήμα 2.1: Τα πέντε επίπεδα του μοντέλου αναφοράς TCP/IP.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΟΥ TCP/IP

3.1 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ

Το φυσικό στρώμα του TCP/IP αντιστοιχεί στο βασικό υλικό δικτύου, όπως ακριβώς το φυσικό στρώμα του μοντέλου αναφοράς του OSI.

Το φυσικό στρώμα καλύπτει τη φυσική διεπαφή μεταξύ μίας συσκευής μετάδοσης δεδομένων (π.χ. σταθμός εργασίας, υπολογιστής) και ενός μέσου μετάδοσης ή δικτύου. Αυτό το στρώμα σχετίζεται με τον καθορισμό των χαρακτηριστικών του μέσου μετάδοσης, τη φύση των σημάτων, το ρυθμό δεδομένων και άλλα σχετικά ζητήματα. Το φυσικό στρώμα έχει τέσσερα σημαντικά χαρακτηριστικά:

- ✚ **Μηχανικό:** σχετίζεται με τις φυσικές ιδιότητες της διεπαφής σε ένα μέσο μετάδοσης. τυπικά, η προδιαγραφή είναι μια υποδοχή που ενώνει έναν ή περισσότερους αγωγούς σημάτων, που ονομάζονται κυκλώματα.
- ✚ **Ηλεκτρικό:** σχετίζεται με την αναπαράσταση των bit (π.χ. σε σχέση με τα επίπεδα τάσης ρεύματος) και το ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (bit).
- ✚ **Λειτουργικό:** καθορίζει τις λειτουργίες που εκτελούνται από ανεξάρτητα κυκλώματα της φυσικής διεπαφής ανάμεσα σε ένα σύστημα και στο μέσο μετάδοσης.
- ✚ **Διαδικαστικό:** καθορίζει την ακολουθία γεγονότων κατά τα οποία σειρές από bit ανταλλάσσονται μέσω ενός φυσικού μέσου.

Σε ένα σύστημα μετάδοσης δεδομένων, το μέσο μετάδοσης είναι το φυσικό μονοπάτι μεταξύ πομπού και δέκτη. Τα μέσα μετάδοσης μπορούν να ταξινομηθούν ως καθοδηγούμενα ή μη καθοδηγούμενα. Και στις δύο περιπτώσεις, η επικοινωνία λαμβάνει χώρα υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Με τα καθοδηγούμενα μέσα τα κύματα καθοδηγούνται κατά μήκος ενός στερεού μέσου, όπως το συνεστραμμένο χάλκινο ζεύγος, το ομοαξονικό καλώδιο χαλκού και την οπτική ίνα. η ατμόσφαιρα και το απώτερο διάστημα αποτελούν παραδείγματα των μη καθοδηγούμενων μέσων, τα οποία επιτρέπουν τη μετάδοση ηλεκτρομαγνητικών σημάτων αλλά δεν τα καθοδηγούν. Αυτή η μορφή μετάδοσης αναφέρεται συνήθως ως ασύρματη μετάδοση.

Τα χαρακτηριστικά και η ποιότητα μιας μετάδοσης δεδομένων καθορίζονται από κοινού από τα χαρακτηριστικά του μέσου και από τα χαρακτηριστικά του σήματος. Στην περίπτωση των καθοδηγούμενων μέσων, το ίδιο το μέσο είναι ο σημαντικότερος παράγοντας στον καθορισμό των περιορισμών της μετάδοσης. Για τα μη καθοδηγούμενα

μέσα, το εύρος ζώνης του σήματος που παράγεται από τη κεραία εκπομπής είναι σημαντικότερο από το μέσο για τον καθορισμό των χαρακτηριστικών μετάδοσης.

3.1.1 ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΑ ΜΕΣΑ

Για τα καθοδηγούμενα μέσα μετάδοσης η χωρητικότητα μετάδοσης, από την άποψη είτε του ρυθμού δεδομένων είτε του εύρους ζώνης, εξαρτάται αυστηρά από την απόσταση και από εάν το μέσο είναι σημείο προς σημείο ή πολυσημειακό, όπως σε ένα τοπικό δίκτυο (LAN).

Τα τρία καθοδηγούμενα μέσα που χρησιμοποιούνται συνήθως για την μετάδοση δεδομένων είναι το συνεστραμμένο ζεύγος, το ομοαξονικό καλώδιο και η οπτική ίνα.

Συνεστραμμένο ζεύγος

Το πιο φθηνό και ευρέως χρησιμοποιημένο καθοδηγημένο μέσο μετάδοσης είναι το συνεστραμμένο ζεύγος.

Ένα συνεστραμμένο ζεύγος αποτελείται από δύο μονωμένα σύρματα χαλκού που συστρέφονται μεταξύ τους. ένα ζεύγος αγωγών ενεργεί ως μια ζεύξη επικοινωνίας. συνήθως, ένας αριθμός από τέτοια ζεύγη τοποθετούνται μαζί, περιτυλίγονται με μια σκληρή προστατευτική θήκη και φτιάχνουν ένα καλώδιο. για μεγάλες αποστάσεις, τα καλώδια μπορεί να περιέχουν εκατοντάδες συνεστραμμένα ζεύγη. Η συστροφή τείνει να μειώσει την παρεμβολή συνακρόασης μεταξύ γειτονικών ζευγών μέσα σε ένα καλώδιο. Τα γειτονικά ζεύγη έχουν συνήθως διαφορετικό μήκος συστροφής για τη μείωση της συνακρόασης. Σε ζεύξεις μεγάλων αποστάσεων, το μήκος συστροφής συνήθως κυμαίνεται από 5 έως 15 εκ. Οι αγωγοί ενός ζεύγους έχουν πάχος το οποίο κυμαίνεται από 4.9 έως 0.9 mm.

Ομοαξονικό καλώδιο

Το ομοαξονικό καλώδιο, όπως και το συνεστραμμένο ζεύγος, αποτελείται από δύο αγωγούς, αλλά κατασκευάζεται διαφορετικά ώστε να λειτουργεί σε ένα ευρύτερο φάσμα συχνοτήτων. αποτελείται από έναν κοίλο εξωτερικό κυλινδρικό αγωγό που περιβάλλει έναν μόνο εσωτερικό συρμάτινο αγωγό. Ο εσωτερικός αγωγός διατηρείται στη θέση του είτε με την τοποθέτηση μονωτικών δαχτυλιδιών σε τακτά διαστήματα είτε με ένα στέρεο διηλεκτρικό υλικό. Ο εξωτερικός αγωγός καλύπτεται με ένα κάλυμμα ή μια θωράκιση. Ένα μονό ομοαξονικό καλώδιο έχει διάμετρο από 1 έως 2.5 cm. Λόγω της θωρακισμένης ομόκεντρης κατασκευής του, το ομοαξονικό καλώδιο είναι πολύ λιγότερο ευαίσθητο στην παρεμβολή και στη συνακρόαση από το συνεστραμμένο ζεύγος. Το ομοαξονικό καλώδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγαλύτερες αποστάσεις και να υποστηρίξει περισσότερους σταθμούς σε μια διαμοιραζόμενη γραμμή απ' ό,τι το συνεστραμμένο ζεύγος.

Το ομοαξονικό καλώδιο είναι ίσως το πιο εύχρηστο μέσο μετάδοσης και απολαμβάνει εκτεταμένη χρήση σε μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι οι εξής:

Τηλεοπτική διανομή

Τηλεφωνική μετάδοση σε μακρινές αποστάσεις

Μικρής απόστασης ζεύξεις ηλεκτρονικών υπολογιστών

Τοπικά δίκτυα

Οπτική Ίνα

Μια οπτική ίνα είναι ένα λεπτό, εύκαμπτο μέσο ικανό να οδηγήσει μια οπτική ακτίνα. Διάφορα γυαλιά και πλαστικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατασκευασθούν οι οπτικές ίνες. Οι χαμηλότερες απώλειες έχουν ληφθεί χρησιμοποιώντας ίνες εξαιρετικά καθαρού λιωμένου πυριτίου. Η εξαιρετικά καθαρή ίνα είναι δύσκολο να κατασκευαστεί, ενώ με υψηλότερες απώλειες πολυσύνθετες ίνες γυαλιού είναι πιο οικονομικές και παρέχουν καλή απόδοση. Η πλαστική ίνα είναι ακόμα πιο φθηνή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μικρής αποστάσεις ζεύξεις, για τις οποίες λογικές απώλειες είναι αποδεκτές.

Ένα καλώδιο οπτικής ίνας έχει κυλινδρική μορφή και αποτελείται από τρία ομόκεντρα τμήματα: τον πυρήνα, την περιένδυση και το κάλυμμα. Ο πυρήνας είναι το ενδότερο τμήμα και αποτελείται από έναν ή περισσότερους πολύ λεπτούς κλώνους ή ίνες, φτιαγμένες από γυαλί ή πλαστικό. Ο πυρήνας έχει διάμετρο από 8 έως 100μm. Κάθε ίνα περιβάλλεται από την περιένδυση της, ένα γυάλινο ή ένα πλαστικό επίστρωμα που έχει οπτικές ιδιότητες διαφορετικές από εκείνες του πυρήνα. Η επαφή μεταξύ του πυρήνα και της περιένδυσης ενεργεί ως ανακλαστήρας για το φως, διαφορετικά θα δραπέτευε από τον πυρήνα. Το πιο εξωτερικό στρώμα, που περιβάλλει μια ή μια δέσμη από ίνες με περιένδυση, είναι το κάλυμμα. Το κάλυμμα αποτελείται από πλαστικό και άλλα υλικά επίστρωσης για την προστασία από την υγρασία, το γδάρισμα, το σπάσιμο και άλλους περιβαλλοντολογικούς κινδύνους.

Τα ακόλουθα χαρακτηριστικά διακρίνουν την οπτική ίνα από το συνεστραμμένο ζεύγος ή το ομοαξονικό καλώδιο:

Μεγαλύτερη κωρητικότητα

Μικρότερο μέγεθος και λιγότερο βάρος

Χαμηλότερη εξασθένιση

Ηλεκτρομαγνητική μόνωση

Μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ αναμεταδόσεων.

Πέντε βασικές κατηγορίες εφαρμογών έχουν γίνει σημαντικές για την οπτική ίνα:

Δίαυλοι μεγάλης απόστασης

Μητροπολιτικοί δίαυλοι

Αστικό κέντρο διαύλων

Συνδρομητικοί βρόχοι

Τοπικά Δίκτυα

3.1.2 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ

Για τα μη καθοδηγούμενα μέσα η μετάδοση και η λήψη επιτυγχάνονται με τη βοήθεια μιας κεραίας. Για τη μετάδοση η κεραία ακτινοβολεί ηλεκτρομαγνητική ενέργεια στο μέσο (συνήθως τον αέρα) και για την λήψη η κεραία λαμβάνει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα από το μέσο που την περιβάλλει. Υπάρχουν βασικά δύο τύποι διάταξης για την ασύρματη μετάδοση: κατευθυντικός και πανκατευθυντικός. Στην κατευθυντική διάταξη η κεραία εκπομπής στέλνει μια εστιαζόμενη ηλεκτρομαγνητική δέσμη. Οι κεραίες που εκπέμπουν και λαμβάνουν θα πρέπει επομένως να είναι ευθυγραμμισμένες προσεκτικά. Στην πανκατευθυντική περίπτωση, το εκπεμπόμενο σήμα διαδίδεται σε όλες τις κατευθύνσεις και μπορεί να ληφθεί από πολλές κεραίες.

Επίγεια Μικροκύματα

Ο πιο κοινός τύπος κεραίας μικροκυμάτων είναι ο παραβολικός "δίσκος". Ένα τυπικό μέγεθος έχει περίπου 3 μέτρα διάμετρο. η κεραία στερεώνεται σταθερά και εστιάζει μια στενή δέσμη για να επιτύχει μετάδοση οπτικής επαφής με την κεραία του δέκτη. Οι μικροκυμάτων τοποθετούνται συνήθως σε αρκετά μεγάλο ύψος πάνω από τη γη για να εκτείνουν την απόσταση μεταξύ τους και να είναι σε θέση να μεταδώσουν πάνω από διάφορα εμπόδια.

Για να επιτευχθεί μετάδοση μεγάλης απόστασης, μια σειρά από αναμεταδότες χρησιμοποιούνται και ζεύξεις μικροκυμάτων σημείο προς σημείο καλύπτουν μαζί την επιθυμητή απόσταση.

Η κύρια χρήση των επιγείων μικροκυμάτων συστημάτων είναι η μεγάλης απόστασης τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες, ως εναλλακτική λύση του ομοαξονικού καλωδίου ή της οπτικής ίνας. Η μικροκυματική εγκατάσταση απαιτεί λιγότερους ενισχυτές ή αναμεταδότες από ό,τι το ομοαξονικό καλώδιο για την ίδια απόσταση, αλλά απαιτεί μετάδοση οπτικής επαφής. Τα μικροκύματα χρησιμοποιούνται συνήθως για φωνή και για τηλεοπτική μετάδοση.

Δορυφορικά Μικροκύματα

Ένας δορυφόρος επικοινωνίας στην πραγματικότητα είναι ένας σταθμός αναμετάδοσης μικροκυμάτων. Χρησιμοποιείται για τη ζεύξη μεταξύ δύο ή περισσότερων επίγειων πομπών/δεκτών μικροκυμάτων, γνωστοί ως επίγειοι σταθμοί ή σταθμοί βάσης. Ο δορυφόρος λαμβάνει μεταδόσεις σε μια ζώνη συχνοτήτων, ενισχύει ή αναμεταδίδει το σήμα και το εκπέμπει σε μια άλλη συχνότητα. Ένας δορυφόρος σε τροχιά λειτουργεί σε διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων αποκαλούμενες κανάλια

αναμετάδοσης ή απλά αναμεταδότες.

Για να λειτουργήσει αποτελεσματικά ένας επικοινωνιακός δορυφόρος γενικά απαιτείται στάσιμος όσον αφορά τη θέση του προς τη γη. Διαφορετικά, δεν θα ήταν πάντα μέσα στη γραμμή οπτικής επαφής των επίγειων σταθμών του. Για να παραμείνει στάσιμος, ο δορυφόρος πρέπει να έχει μια περίοδο περιστροφής ίση με την περίοδο περιστροφής της γης. Αυτή η αντιστοιχία συμβαίνει σε ένα ύψος 35.784 km.

Οι επικοινωνιακοί δορυφόροι είναι μια τεχνολογική επανάσταση τόσο σημαντική όσο και οι οπτικές ίνες. Μεταξύ των σημαντικότερων εφαρμογών για τους δορυφόρους είναι οι ακόλουθες:

Τηλεοπτική διανομή

Τηλεφωνική μετάδοση σε μεγάλη απόσταση

Ιδιωτικά επιχειρησιακά δίκτυα

Ραδιοκύματα Ευρείας Εκπομπής

Η κύρια διαφορά μεταξύ των ραδιοκυμάτων ευρείας εκπομπής και μικροκυμάτων είναι ότι η πρώτη είναι πανκατευθυντική και η δεύτερη κατευθυντική. Άρα, τα ραδιοκύματα ευρείας εκπομπής δεν απαιτούν παραβολικές κεραιές σε ακριβή ευθυγράμμιση μεταξύ πομπού και δέκτη.

Τα ραδιοκύματα είναι ένας γενικός όρος που χρησιμοποιείται για να καλύψει τις συχνότητες της περιοχής από 3 kHz έως 300 GHz. Χρησιμοποιούμε τον άτυπο όρο ραδιοκύματα ευρείας εκπομπής για να καλύψουμε τη VHF ζώνη και ένα μέρος της UHF ζώνης, από 30 MHz έως 1 GHz. Η περιοχή αυτή καλύπτει τα ραδιοκύματα FM και την τηλεόραση UHF και VHF. Επίσης, η περιοχή αυτή χρησιμοποιείται για διάφορες εφαρμογές δεδομένων.

Υπέρυθρη Ακτινοβολία

Οι υπέρυθρες επικοινωνίες επιτυγχάνονται χρησιμοποιώντας πομποδέκτες που διαμορφώνουν μη συναφές υπέρυθρο φως. Οι πομποδέκτες πρέπει να είναι μέσα στη γραμμή οπτικής επαφής του καθενός είτε άμεσα είτε μέσω ανάκλασης από μια ανοιχτόχρωμη επιφάνεια, όπως το ταβάνι ενός δωματίου.

Μια σημαντική διαφορά μεταξύ της υπέρυθρης ακτινοβολίας και της μετάδοσης μικροκυμάτων είναι ότι η υπέρυθρη ακτινοβολία δε διαπερνά τους τοίχους. Άρα, προβλήματα ασφάλειας και παρεμβολής που αντιμετωπίζονται στα συστήματα μικροκυμάτων δεν υπάρχουν. Επιπλέον, στην υπέρυθρη ακτινοβολία δεν τίθεται ζήτημα κατανομής συχνότητας κι αυτό επειδή δεν απαιτείται χορήγηση άδειας λειτουργίας.

3.2 ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ

Το στρώμα Πρόσβασης Δικτύου είναι το αμέσως επόμενο επίπεδο από το φυσικό στρώμα. Το στρώμα Πρόσβασης Δικτύου είναι μία συλλογή από υπηρεσίες και προδιαγραφές που παρέχουν και διαχειρίζονται την πρόσβαση στο υλικό του δικτύου. Αυτό το στρώμα λειτουργεί σαν φυσικός σύνδεσμος ενός υπολογιστή με το δίκτυο και την πρόσβασή του στο μέσο μετάδοσης.

Οι **λειτουργίες** που παρέχει αυτό το στρώμα είναι:

- ✚ **Διασύνδεση με τον προσαρμογέα δικτύου του υπολογιστή.**
- ✚ **Συντονισμό της μετάδοσης των δεδομένων με τις συμβάσεις της κατάλληλης μεθόδου πρόσβασης.**
- ✚ **Τμηματοποίηση των δεδομένων σε μικρές ομάδες που ονομάζεται πλαίσια (frames).**
- ✚ **Έλεγχος για λάθη των εισερχομένων πλαισίων.**
- ✚ **Προσθήκη πληροφοριών ελέγχου λαθών στα εξερχόμενα πλαίσια, ώστε ο υπολογιστής λήψης να μπορεί να ελέγχει το πλαίσιο για λάθη.**
- ✚ **Γνωστοποίηση της λήψης των πλαισίων δεδομένων και αποστολή ξανά των πλαισίων, αν δεν υπάρξει γνωστοποίηση.**

Αυτές τις διαδικασίες εκτελούνται πάλι στο πλαίσιο όταν φτάσει στον προορισμό του και όταν το λάβει ο υπολογιστής προορισμού.

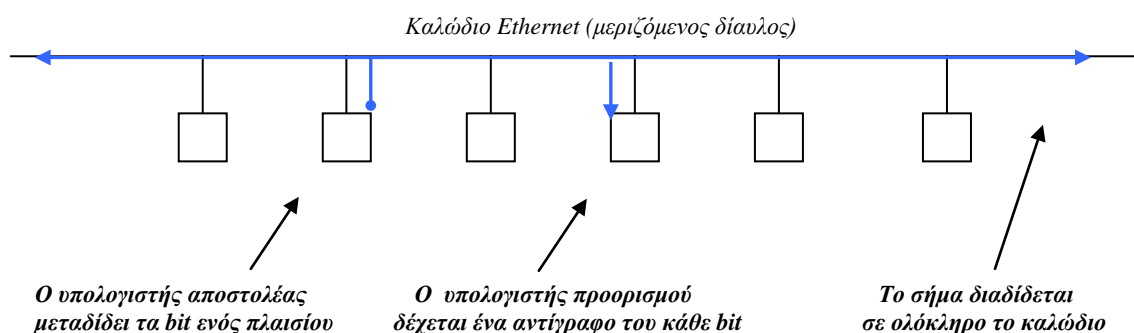
Το στρώμα Πρόσβασης Δικτύου του TCP/IP δεν υπαγορεύει τον τύπο δικτύου στο οποίο συνδέεται ο υπολογιστής, αλλά το δίκτυο στο οποίο συνδέεται ένας υπολογιστής καθορίζει το πρόγραμμα οδήγησης που χρησιμοποιεί το αυτό το στρώμα. Ο υπολογιστής πρέπει να τηρεί τους κανόνες μετάδοσης και λήψης δεδομένων, οι οποίοι υπαγορεύονται από την τοπολογία του δικτύου.

Σ' αυτό το στρώμα υπάρχει ένα περίπλοκο υλικό, λογισμικό και προδιαγραφές για το μέσο των δεδομένων. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι φυσικών δικτύων όπου κάθε τύπος έχει τις δικές του συμβάσεις και συνεπώς υπάρχουν πολλές διαφορετικές μορφές που μπορεί να πάρει το στρώμα Πρόσβασης Δικτύου.

Τα **χαρακτηριστικά παραδείγματα αρχιτεκτονικών δικτύων LAN** που σχηματίζουν τη βάση για αυτό το στρώμα είναι:

- ✚ **Ethernet.** Το Ethernet είναι μία δημοφιλής αρχιτεκτονική LAN που χρησιμοποιεί τοπολογία διαύλου. Στα δίκτυα Ethernet όλοι οι υπολογιστές μοιράζονται ένα κοινό μέσο μετάδοσης. Το Ethernet χρησιμοποιεί μια μέθοδο πρόσβασης που ονομάζεται **CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect - Πρωτόκολλο Πολλαπλής Προσπέλασης με Ανίχνευση Φέροντος και Ανίχνευση Σύγκρουσης)**, το οποίο πραγματοποιεί γρήγορο τερματισμό των κατεστραμμένων πλαισίων με αποτέλεσμα να εξοικονομεί χρόνο και εύρος ζώνης.

Το CSMA/CA προσδιορίζει πότε ένας υπολογιστής είναι ελεύθερος να μεταδώσει τα δεδομένα. Χρησιμοποιώντας το CSMA/CA, όλοι οι υπολογιστές παρακολουθούν το μέσο μετάδοσης και περιμένουν μέχρι να γίνει διαθέσιμο το μεριζόμενο καλώδιο για μετάδοση. Ένας αποστολέας μεταδίδει ένα σήμα, το οποίο διαδίδεται από τον αποστολέα και προς τα δύο άκρα του καλωδίου. Το σχήμα 2.2 δείχνει πως ρέουν τα δεδομένα σε ένα δίκτυο Ethernet. Αν δυο υπολογιστές προσπαθήσουν να μεταδώσουν τα δεδομένα ταυτόχρονα, συμβαίνει μια σύγκρουση. Οι υπολογιστές χρησιμοποιούν εκθετική υποχώρηση για να επιλέξουν ποιος από αυτούς θα μεταδώσει. Αφού ένας υπολογιστής τελειώσει τη μετάδοση ενός πλαισίου, το μεριζόμενο καλώδιο γίνεται διαθέσιμο για να το χρησιμοποιήσει κάποιος άλλος υπολογιστής. Κάθε υπολογιστής περιμένει ένα τυχαίο χρονικό διάστημα για να επιχειρήσει να μεταδώσει πάλι και στη συνέχεια διπλασιάζει την καθυστέρηση για κάθε επόμενη συνεχόμενη σύγκρουση.



Σχήμα 3.1: Ροή των bit σε ένα δίκτυο Ethernet . Όταν ένας υπολογιστής μεταδίδει ένα πλαίσιο, έχει αποκλειστική χρήση του καλωδίου.

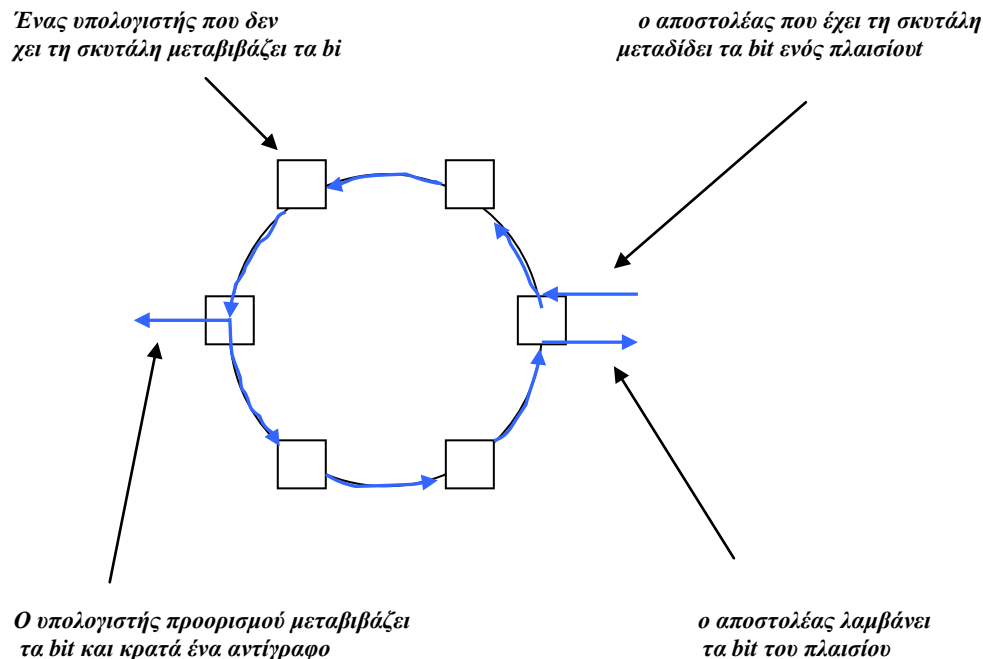
Το Ethernet μπορεί να χρησιμοποιεί διάφορα μέσα μετάδοσης. Τα δίκτυα Ethernet λειτουργούν σε ταχύτητες 10 Mbps ή 100 Mbps ή 1000 Mbps.

✚ **Token ring.** Είναι μία αρχιτεκτονική LAN που χρησιμοποιεί τοπολογία δακτυλίου που συνδέει τους υπολογιστές σε βρόχο. Η μέθοδος πρόσβασης που χρησιμοποιεί για να μεταδίδουν, οι προσαρμογείς δικτύου, τα δεδομένα στο μέσο μετάδοσης είναι γνωστή ως **μεταβίβαση σκυτάλης (token passing)**. Τα δίκτυα που προκύπτουν λέγονται **δίκτυα δακτυλίου με μεταβίβαση σκυτάλης(token passing ring network)** ή **δίκτυα δακτυλίου με σκυτάλη(token ring)**.

Η διαμόρφωση token ring απαιτεί από τους υπολογιστές να συνδέονται σε ένα κεντρικό διανομέα, που ονομάζεται MAU ή MSAU. Το MSAU είναι συνδεδεμένο έτσι ώστε τα δεδομένα να περνούν από έναν υπολογιστή στο επόμενο, σε μια κυκλική κίνηση.

Όταν ένας υπολογιστής χρειάζεται να στείλει τα δεδομένα, πρέπει να περιμένει να του δοθεί άδεια για να μπορέσει να προσπελάσει το δίκτυο. Από τη στιγμή που θα αποκτήσει την άδεια, ο αποστολέας έχει τον

πλήρη έλεγχο του δακτυλίου καμία άλλη μετάδοση δεν μπορεί να γίνει ταυτόχρονα. Καθώς ο αποστολέας μεταδίδει ένα πλαίσιο, τα bit μεταβιβάζονται από τον αποστολέα στον επόμενο υπολογιστή, έπειτα στον επόμενο και ούτω καθεξής, μέχρι να κάνουν το γύρο του δακτυλίου και να ξαναγυρίσουν στον αποστολέα.



Σχήμα 3.2: Η ροή των bit στη διάρκεια μετάδοσης σε δίκτυο δακτυλίου με σκυτάλη. Εκτός από τον αποστολέα, οι υπολογιστές του δικτύου μεταβιβάζουν τα bit του πλαισίου στον επόμενο σταθμό. Ο υπολογιστής προορισμού κρατά ένα αντίγραφο.

Όλοι οι σταθμοί εκτός από τον αποστολέα προωθούν τα bit γύρω από το δακτύλιο, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3. Για να επαληθεύσει ο αποστολέας ότι δεν παρουσιάστηκε σφάλμα μετάδοσης, μπορεί να συγκρίνει τα δεδομένα που έλαβε με τα δεδομένα που έστειλε. Οι άλλοι σταθμοί παρακολουθούν όλες τις μεταδόσεις. Ο παραλήπτης κρατά ένα αντίγραφο του πλαισίου καθώς τα bit περνούν γύρω από το δακτύλιο.

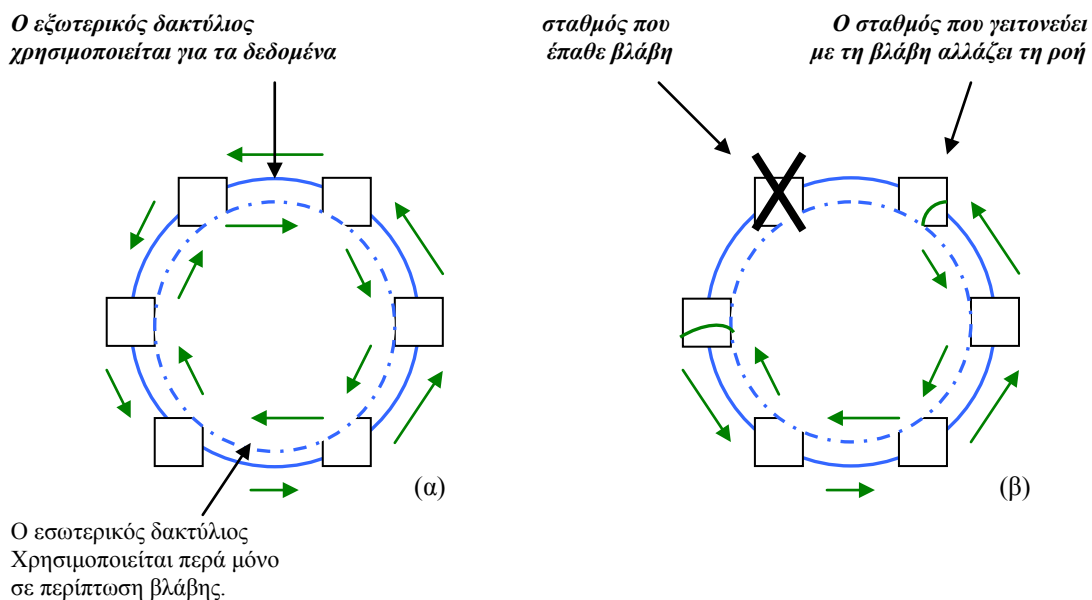
Το υλικό του ένα ειδικό δεσμευμένο μήνυμα, που λέγεται **σκυτάλη (token)**. Η σκυτάλη είναι ένα υπόδειγμα από bit που διαφέρει από ένα κανονικό πλαίσιο δεδομένων. Το υλικό του δικτύου δακτυλίου με σκυτάλη εξασφαλίζει ότι υπάρχει μια και μόνο μία σκυτάλη στο δίκτυο.

Για να στείλει δεδομένα ένας υπολογιστής, πρέπει να περιμένει να φτάσει σε αυτόν η σκυτάλη, να μεταδώσει ένα ακριβώς πλαίσιο και μετά να μεταδώσει τη σκυτάλη στον επόμενο υπολογιστή. Όταν κανένας υπολογιστής δεν έχει δεδομένα να στείλει, η σκυτάλη κάνει κύκλους γύρω από το δακτύλιο με μεγάλη ταχύτητα.

Το token ring γενικά λειτουργεί σε 4 Mbps ή 16 Mbps. Επίσης, είναι διαθέσιμο και σε 100 Mbps.

✦ **FDDI.** Το **FDDI (Fiber Distributed Data Interconnect – Αλληλοσύνδεση Διανομής Δεδομένων Μέσω Ινών)** είναι μια τεχνολογία δικτύων δακτυλίου με σκυτάλη που μπορεί να μεταδίδει δεδομένα με ρυθμό μεταφοράς 100 εκατομμύρια bit ανά δευτερόλεπτο, οκτώ φορές γρηγορότερα από το token ring και δέκα φορές γρηγορότερα από το Ethernet. Για να παρέχει τόσο υψηλούς ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων, το FDDI χρησιμοποιεί οπτικές ίνες για την αλληλοσύνδεση των υπολογιστών.

Η τεχνολογία FDDI χρησιμοποιεί επίσης πλεονασμό για να ξεπερνά τις βλάβες. Ένα δίκτυο FDDI περιέχει δύο πλήρεις δακτυλίους, έναν που χρησιμοποιείται για την αποστολή δεδομένων όταν όλα λειτουργούν σωστά, και έναν άλλο που χρησιμοποιείται μόνο όταν ο πρώτος παρουσιάσει βλάβη. Αυτοί οι δακτύλιοι ονομάζονται **αντίρροποι (counter rotating)** επειδή τα δεδομένα ρέουν γύρω από τον δεύτερο δακτύλιο με φορά αντίστροφη από ότι γύρω από τον κύριο δακτύλιο (δείτε εικόνα 2.4).

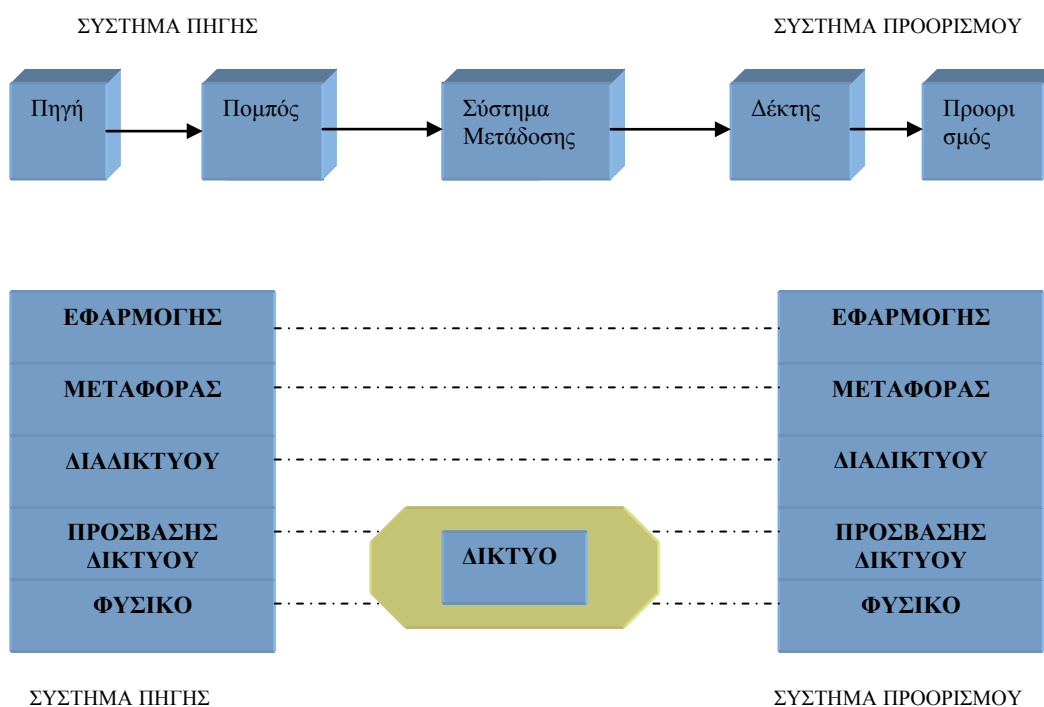


Σχήμα 3.3 (α) τα βέλη δείχνουν τις κατευθύνσεις που ρέουν τα δεδομένα (β) το ίδιο δίκτυο μετά από βλάβη σε ένα σταθμό

Ένας σταθμός μεταδίδει και λαμβάνει πλαίσια πάντα από στον εξωτερικό δακτύλιο, ενώ το υλικό του δικτύου προωθεί τα bit στον εσωτερικό δακτύλιο χωρίς να το ερμηνεύει. Σε περίπτωση που κάποιος σταθμός έχει βλάβη, το υλικό των γειτονικών σταθμών ανιχνεύει την αποσύνδεση και αναδιευθετεί το δίκτυο έτσι ώστε τα εισερχόμενα bit να στέλνονται πίσω μέσω της αντίστροφης διαδρομής. Έτσι ο σταθμός που έπαθε βλάβη αφαιρείται από το δίκτυο, και οι υπόλοιποι σταθμοί παραμένουν συνδεδεμένοι σε ένα κλειστό δακτύλιο. Η διαδικασία της αναδιευθέτησης για να αντιμετωπιστεί μια βλάβη λέγεται **αυτοθεραπεία**

(self – healing) και το FDDI χαρακτηρίζεται **αυτοθεραπευόμενο δίκτυο (self – network).**

Το στρώμα Πρόσβασης Δικτύου σχετίζεται με την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ ενός τερματικού συστήματος και του δικτύου με το οποίο είναι συνδεδεμένο. Ο υπολογιστής αποστολέας πρέπει να δώσει στο δίκτυο τη διεύθυνση του υπολογιστή προορισμού ώστε το δίκτυο να μπορεί να δρομολογήσει τα δεδομένα στον κατάλληλο προορισμό. Ο αποστολέας μπορεί να επιθυμεί να ζητήσει συγκεκριμένες υπηρεσίες, όπως η προτεραιότητα, που μπορεί να προέρχονται από το δίκτυο.



Σχήμα 3.4: Μοντέλο Επικοινωνιών

Όταν λαμβάνεται ένα πλαίσιο δεδομένων από μια κάρτα δικτύου, το στρώμα Πρόσβασης Δικτύου αποφασίζει εάν πρέπει να περάσει “προς τα επάνω” στην ιεραρχία πρωτοκόλλων για χειρισμό, βάσει της διεύθυνσης hardware. Καθώς δημιουργείται ένα πακέτο, τελικά καταλήγει στο επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου για να μεταφερθεί φυσικά στο δίκτυο.

Σ’ αυτό το στρώμα προστίθεται μια **κεφαλίδα** σε κάθε πλαίσιο δεδομένων η οποία περιέχει **πληροφορίες διεύθυνσης**. Η κεφαλίδα επιτρέπει στο πλαίσιο να φτάσει στον σωστό παραλήπτη. Οι πληροφορίες διεύθυνσης που περιέχει προέρχονται από μία φυσική διεύθυνση (physical address) η οποία ενσωματώνεται σε κάθε κάρτα δικτύου (network interface card, NIC) κατά την κατασκευή της. Αυτή η κάρτα χρησιμοποιείται για την σύνδεση ενός υπολογιστή σ’ ένα δίκτυο, κάθε υπολογιστής πρέπει να έχει μια τέτοια κάρτα για να συνδεθεί σ’ αυτό το

δίκτυο. Η διεύθυνση αυτής της κάρτας παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της. Αυτή η διεύθυνση αποκαλείται συνήθως με τα ακόλουθα ονόματα: **Διεύθυνση hardware, Διεύθυνση MAC (Media Access Control – Έλεγχος Πρόσβασης Μέσου), Διεύθυνση Ethernet, Φυσική Διεύθυνση, Διεύθυνση κάρτας δικτύου (NIC).**

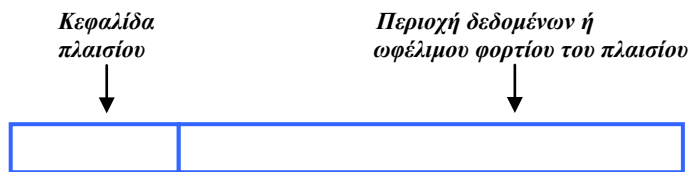
Ανάλογα ποια τεχνολογία LAN χρησιμοποιείται, υπάρχει και διαφορετική μορφή διεύθυνσης. Οι διάφορες μορφές διευθύνσεων μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις γενικές κατηγορίες:

✚ **Στατικές.** Μια μέθοδος **στατικής διευθυνσιοδότησης (static addressing)** βασίζεται σε μια μοναδική φυσική διεύθυνση την οποία αποδίδει ο κατασκευαστής του υλικού στην κάθε διασύνδεση δικτύου. Η στατική φυσική διεύθυνση δεν αλλάζει, εκτός αν αντικατασταθεί το υλικό.

✚ **Διευθετήσιμες.** Μια μέθοδος **διευθετήσιμης διευθυνσιοδότησης (configurable addressing)** παρέχει έναν μηχανισμό τον οποίο μπορεί να χρησιμοποιήσει ο αγοραστής για να ορίσει μια φυσική διεύθυνση. Ο μηχανισμός αυτός μπορεί να είναι χειροκίνητος ή ηλεκτρονικός. Η διευθέτηση γίνεται μόνο μια φορά, όταν το υλικό εγκαθίσταται για πρώτη φορά.

✚ **Δυναμικές.** Μια μέθοδος **δυναμικής διευθυνσιοδότησης (dynamic addressing)** παρέχει ένα μηχανισμό που αποδίδει αυτόματα μια φυσική διεύθυνση σε ένα σταθμό κατά την εκκίνησή του. Οι περισσότερες μέθοδοι δυναμικής διευθυνσιοδότησης απαιτούν να δοκιμάζει ο σταθμός τυχαίους αριθμούς μέχρι να βρει μια τιμή που δε χρησιμοποιεί κανένας άλλος υπολογιστής ως διεύθυνση. Κάθε φορά που κάνει επανεκκίνηση ο υπολογιστής παίρνει διαφορετική διεύθυνση.

Κάθε πλαίσιο αρχίζει με μια σταθερή **κεφαλίδα (header)**, η οποία περιέχει χώρο για δύο διευθύνσεις, μία που καθορίζει τον παραλήπτη και μία που καθορίζει τον αποστολέα. Οι θέσεις μέσα στην κεφαλίδα οι οποίες είναι δεσμευμένες για τις διευθύνσεις λέγονται **πεδία (fields)**. Πριν ο αποστολέας μεταδώσει ένα πλαίσιο, πρέπει να τοποθετήσει τη φυσική διεύθυνση του παραλήπτη στο πεδίο της **διεύθυνσης προορισμού (destination address)** και τη δική του στο πεδίο της **διεύθυνσης αφετηρίας (source address)**. Μετά από την κεφαλίδα ακολουθεί μια μεγαλύτερη περιοχή που ονομάζεται **περιοχή ωφέλιμου φορτίου (payload area)** ή **περιοχή δεδομένων (data area)**. Η γενική μορφή του πλαισίου φαίνεται στο σχήμα 2.6. Η τοποθέτηση της διεύθυνσης του αποστολέα σε κάθε πλαίσιο διευκολύνει τον παραλήπτη να παράγει μια απάντηση. Το υλικό της διασύνδεσης δικτύου είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να εξετάζει τα πεδία διευθύνσεων των πλαισίων που μεταβιβάζονται μέσω δικτύου, και δέχεται μόνο τα πλαίσια στα οποία η διεύθυνση προορισμού ταυτίζεται με τη διεύθυνση του σταθμού.



Σχήμα 3.5: Η γενική μορφή ενός πλαισίου που στέλνεται μέσω ενός δικτύου LAN.

Κάθε τεχνολογία LAN ορίζει μία μορφή πλαισίων. Όλα τα πλαίσια που χρησιμοποιούνται σ' αυτή την τεχνολογία, το μέγεθος και η μορφή της κεφαλίδας είναι σταθερά. Ενώ το μέγεθος της περιοχής των δεδομένων καθορίζεται από τα δεδομένα που στέλνονται με το πλαίσιο.

3.3 ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

Το στρώμα διαδικτύου του μοντέλου TCP/IP βρίσκεται ανάμεσα στα στρώματα πρόσβασης δικτύου και μεταφοράς. Στη προηγούμενη ενότητα μάθατε ότι για να είναι επιτυχής η επικοινωνία μέσω TCP/IP, τα πλαίσια που εξετάζονται στο επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου πρέπει να έχουν μια διεύθυνση hardware στην κεφαλίδα τους. Καθώς ένα πλαίσιο κινείται προς τα επάνω στο στρώμα Διαδικτύου, χρειάζεται επίσης να περιέχει μία **διεύθυνση IP**. χρησιμοποιώντας την διεύθυνση IP, το στρώμα Διαδικτύου παρέχει τα αναγκαία πρωτόκολλα για την εξακρίβωση της κατάλληλης διεύθυνσης hardware για την δρομολόγηση του πλαισίου στον προορισμό του.

Το στρώμα διαδικτύου περιέχει πρωτόκολλα που είναι υπεύθυνα για την διευθυνσιοδότηση και δρομολόγηση (routing) των πλαισίων. Τα **πρωτόκολλα** που περιέχει αυτό το στρώμα είναι τα ακόλουθα:

✚ **Πρωτόκολλο IP (Internet Protocol).** Το πρωτόκολλο IP (Internet Protocol – Πρωτόκολλο Διαδικτύου), είναι το κύριο πρωτόκολλο στο στρώμα Διαδικτύου της ομάδας πρωτοκόλλων TCP/IP. Το πρότυπο IP ορίζει ότι σε κάθε υπολογιστή υπηρεσίας αποδίδεται ένας μοναδικός αριθμός των 32 bit, ο οποίος λέγεται **διεύθυνση πρωτοκόλλου διαδικτύου (internet protocol address)** του υπολογιστή υπηρεσίας ή **διεύθυνση IP ή διεύθυνση διαδικτύου**.

Κάθε πλαίσιο που στέλνεται μέσω ενός διαδικτύου περιέχει τη διεύθυνση IP του αποστολέα, καθώς και του παραλήπτη. Επομένως για να μεταδώσει ένας υπολογιστής πληροφορίες μέσω ενός διαδικτύου TCP/IP πρέπει να γνωρίζει τη διεύθυνση IP του μακρινού υπολογιστή στον οποίο θα σταλούν οι πληροφορίες.

Κάθε διεύθυνση IP των 32 bit μπορεί να θεωρηθεί ότι διαιρείται σε δυο μέρη: ένα πρόθεμα και ένα επίθεμα. Αυτή η ιεραρχία δύο επιπέδων είναι σχεδιασμένη για να κάνει τη δρομολόγηση αποδοτική. Το πρόθεμα της διεύθυνσης προσδιορίζει το φυσικό δίκτυο στο οποίο είναι συνδεδεμένος ο υπολογιστής, ενώ το επίθεμα προσδιορίζει ένα μεμονωμένο υπολογιστή σε αυτό το δίκτυο. Δηλαδή, σε κάθε φυσικό

δίκτυο ενός διαδικτύου αποδίδεται μια μοναδική τιμή που λέγεται αριθμός δικτύου (network number). Ο αριθμός δικτύου εμφανίζεται ως πρόθεμα στη διεύθυνση του κάθε υπολογιστή που είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο. Επίσης σε κάθε υπολογιστή ενός δεδομένου φυσικού δικτύου αποδίδεται ένα μοναδικό επίθεμα διεύθυνσης.

Η ιεραρχία των **διευθύνσεων IP** εγγυάται **δύο** σημαντικές **ιδιότητες**:

- Σε κάθε υπολογιστή αποδίδεται μια μοναδική διεύθυνση. Μια πλήρης διεύθυνση περιέχει και πρόθεμα και επίθεμα, τα οποία αποδίδονται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η μοναδικότητα.
- Αν και ο καθορισμός των αριθμών δικτύων πρέπει να γίνεται με καθολικό συντονισμό, τα επιθέματα μπορούν να αποδίδονται τοπικά, χωρίς καθολικό συντονισμό.

✚ **Πρωτόκολλο ARP (Address Resolution Protocol)**. Το ARP (Address Resolution Protocol – Πρωτόκολλο Επίλυσης Διευθύνσεων), είναι ένα πρωτόκολλο που μεταφράζει μια διεύθυνση IP σε μια διεύθυνση hardware. Αφού βρεθεί η διεύθυνση hardware, το ARP διατηρεί αυτή την πληροφορία για σύντομο χρονικό διάστημα.

Επειδή το σύστημα θέλει να επικοινωνήσει με ένα άλλο σύστημα αλλά έχει μόνο την διεύθυνση IP, το πρωτόκολλο ARP θα απευθύνει μια ερώτηση του στυλ "Ποια είναι η δική σου διεύθυνση hardware;" και θα περιμένει μια απάντηση από το άλλο σύστημα.

Το πρώτο σημείο στο οποίο ψάχνει το πρωτόκολλο ARP για να αναλύσει μια διεύθυνση IP σε μια διεύθυνση hardware είναι μια περιοχή της μνήμης που αποκαλείται **ARP cache**. Το ARP cache είναι μια περιοχή στην μνήμη RAM, όπου το πρωτόκολλο ARP διατηρεί τις διευθύνσεις IP και διευθύνσεις hardware που έχουν αναλυθεί. Εάν το ARP μπορέσει να βρει τις διευθύνσεις IP και hardware στην μνήμη ARP cache, το πλαίσιο στέλνεται στην διεύθυνση hardware χωρίς περαιτέρω διαδικασίες. Εάν η διεύθυνση IP δεν βρεθεί στην μνήμη ARP cache, το πρωτόκολλο ARP θα μεταδώσει μια αίτηση ARP request frame (αίτηση για πλαίσιο ARP) προς όλα τα συστήματα.

Η ARP αίτηση περιέχει την IP διεύθυνση που δεν έχει αναλυθεί ακόμα. Η ARP αίτηση για πλαίσιο περιέχει επίσης την IP διεύθυνση και την hardware διεύθυνση του κύριου υπολογιστή που έστειλε την αίτηση. Οι άλλοι κύριοι υπολογιστές στο τμήμα του δικτύου λαμβάνουν την ARP αίτηση και ο κύριος υπολογιστής που περιέχει την μη αναλυμένη IP διεύθυνση αποκρίνεται στέλνοντας την hardware διεύθυνση στον κύριο υπολογιστή που έστειλε την αίτηση.

Αφού αντιστοιχιστεί η διεύθυνση IP σε μια διεύθυνση hardware, αποθηκεύεται στην μνήμη ARP cache για δύο λεπτά. Εάν το IP ζητήσει ξανά ανάλυση της ίδιας διεύθυνσης IP εντός αυτών των δύο λεπτών, η συγκεκριμένη καταχώριση θα παραμείνει στην μνήμη ARP cache για άλλα δύο λεπτά. Μια καταχώριση μπορεί να παραμείνει στην μνήμη ARP cache για ένα μέγιστο διάστημα 10 λεπτών κατόπιν διαγράφεται από αυτή την μνήμη, ανεξάρτητα από το εάν υπήρξε αναφορά προς αυτή

εντός των δύο τελευταίων λεπτών.

✚ **Πρωτόκολλο ICMP (Internet Control Message Protocol.)** Το ICMP (Internet Control Message Protocol – Πρωτόκολλο Μηνυμάτων Έλεγχου του Internet) είναι ένα πρωτόκολλο το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως για την αποστολή μηνυμάτων σφάλματος, για την εκτέλεση διαγνωστικών ελέγχων και για τον έλεγχο της ροής των δεδομένων. Τα πιο συνηθισμένα μηνύματα ICMP φαίνονται εδώ. Διάφορες άλλες συνθήκες δημιουργούν μηνύματα ICMP, αλλά η συχνότητα εμφάνισής τους είναι πολύ χαμηλή.

Echo Request και Echo Reply - Το ICMP χρησιμοποιείται συχνά στην διάρκεια ελέγχων. Όταν ένας τεχνικός χρησιμοποιεί την εντολή ping για να ελέγξει την σύνδεση με ένα άλλο κύριο υπολογιστή, χρησιμοποιεί ICMP. Το ping στέλνει ένα πλαίσιο δεδομένων σε μια IP διεύθυνση και ζητά από τον υπολογιστή προορισμού να επιστρέψει τα δεδομένα που στέλνει ένα πλαίσιο απόκρισης.

Source Quench - Αν ένας γρήγορος υπολογιστής στείλει μεγάλες ποσότητες δεδομένων σε ένα απομακρυσμένο υπολογιστή, ο όγκος τους μπορεί να μπλοκάρει τον δρομολογητή. Ο δρομολογητής μπορεί να χρησιμοποιεί ICMP για να στείλει ένα μήνυμα Source Quench στο IP προέλευσης, για να του ζητήσει να επιβραδύνει τον ρυθμό αποστολής των δεδομένων. Αν χρειάζεται, μπορούν να σταλούν επιπλέον μηνύματα Source Quench στην IP προέλευσης.

Destination Unreachable - Αν ένας δρομολογητής λάβει ένα πλαίσιο που μπορεί να παραδώσει, το ICMP επιστρέφει ένα μήνυμα Destination Unreachable στο IP προέλευσης. Ένας λόγος που ένας δρομολογητής δεν μπορεί να παραδώσει ένα μήνυμα είναι ένα δίκτυο που είναι καλασμένο, λόγω καλασμένου εξοπλισμού ή λόγω συντήρησης.

Time Exceeded - Το ICMP στέλνει αυτό το μήνυμα στην IP διεύθυνση προέλευσης αν διαγραφεί ένα πλαίσιο επειδή το TTL έφτασε στο μηδέν. Αυτό υποδεικνύει ότι ο προορισμός είναι κατά πολλές μεταπηδήσεις δρομολογητή μακριά ώστε να μπορέσει να φτάσει με την τρέχουσα τιμή του TTL, ή δείχνει προβλήματα στον πίνακα δρομολόγησης που κάνει το πλαίσιο να ανακυκλώνεται στους ίδιους δρομολογητές συνέχεια.

Ένας βρόχος δρομολόγησης (routing loop) συμβαίνει όταν ένα πλαίσιο ανακυκλώνεται στους ίδιους δρομολογητές συνεχώς και ποτέ δεν φτάνει στον προορισμό του.

Fragmentation Needed - Το ICMP στέλνει αυτό το μήνυμα αν λάβει ένα πλαίσιο με ενεργό το bit Don't Fragment και αν ο δρομολογητής χρειάζεται να τμηματοποιήσει το πλαίσιο για να το προωθήσει στον επόμενο δρομολογητή ή προορισμό.

✚ **Πρωτόκολλο IGMP (Internet Group Message Protocol.)** Το IGMP (Internet Group Management Protocol – Πρωτόκολλο Διαχείρισης Ομάδων Internet) είναι ένα πρωτόκολλο που δίνει σε ένα σύστημα την δυνατότητα να στείλει μια ροή δεδομένων (stream) ταυτόχρονα σε πολλά συστήματα. Οι περισσότερες συνδέσεις μέσω TCP/IP αφορούν στην επικοινωνία δύο συγκεκριμένων συστημάτων - ένα σύστημα στέλνει δεδομένα σε ένα άλλο

σύστημα, ή πιθανώς σε όλα τα συστήματα του δικτύου μέσω ενός πακέτου broadcast. Εν αντιθέσει, τα πακέτα IGMP κατευθύνονται σε μια δεσμευμένη διεύθυνση IP και οποιαδήποτε συστήματα θέλουν να λαμβάνουν τα δεδομένα, πρέπει να ακροάζονται σ' αυτή την διεύθυνση. Με άλλα λόγια, το σύστημα δεν περιμένει να λάβει τα δεδομένα στην δική του διεύθυνση - πρέπει να αναζητήσει μόνο του αυτά τα δεδομένα, τα οποία στέλνονται στην δεσμευμένη διεύθυνση IP.

Η διεύθυνση IP που χρησιμοποιείται σαν προορισμός από το IGMP ονομάζεται διεύθυνση multicast. Αυτές οι δεσμευμένες διευθύνσεις IP δεν μπορούν να ανατεθούν σε συστήματα του δικτύου. Με ειδικό λογισμικό, ένα σύστημα TCP/IP μπορεί να "ακροάζεται" μια διεύθυνση multicast για τα δεδομένα που στέλνονται σ' αυτήν. Όταν ακροάζονται πολλαπλά συστήματα μια συγκεκριμένη διεύθυνση και στέλνονται δεδομένα σ' αυτή την διεύθυνση, όλα τα συστήματα λαμβάνουν τα δεδομένα. Όλα αυτά τα πακέτα περιέχουν μια κεφαλίδα του IGMP.

Σε ένα δίκτυο, πολλές συσκευές μπορούν να χρησιμοποιούν πακέτα IGMP για την ανταλλαγή δεδομένων. Ορισμένα πρωτόκολλα δρομολόγησης χρησιμοποιούν το IGMP για την ανταλλαγή πινάκων δρομολόγησης. Η υπηρεσία WINS (Windows Internet Naming Service) μπορεί να χρησιμοποιεί το IGMP για την ανταλλαγή των βάσεων δεδομένων της. Στο internet, πολλά sites χρησιμοποιούν πακέτα IGMP για την ταυτόχρονη μεταφορά ροών δεδομένων σε πολλαπλά συστήματα.

Το σκεπτικό της αποστολής προς πολλαπλά συστήματα (multicast) θα μπορούσε να παρομοιαστεί μ' ένα λάστιχο ποτίσματος το οποίο έχει μικροσκοπικά ακροφύσια στο ένα άκρο του. Το νερό, καθώς αναβλύζει από το λάστιχο, λαμβάνεται από πολλούς αποδέκτες. Το νερό αντιπροσωπεύει την ροή δεδομένων και οι οπές αντιπροσωπεύουν τα συστήματα που τη λαμβάνουν. Κατ' αυτό τον τρόπο, η ροή των δεδομένων στέλνεται μόνο μία φορά, αλλά μπορούν να την λάβουν πολλαπλά συστήματα.

Το πρωτόκολλο IGMP μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αποστολή συνεχούς ροής δεδομένων ήχου ή βίντεο (streaming audio/video) όταν τα δεδομένα πρέπει να μεταδίδονται από ένα σύστημα σε πολλούς παραλήπτες.

3.4 ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Το επίπεδο Μεταφοράς (Transport Layer) καθορίζει εάν ο αποστολέας και ο παραλήπτης θα υλοποιούν μία σύνδεση πριν από την επικοινωνία, και πόσο συχνά θα στείλουν σήματα επιβεβαίωσης αυτής της σύνδεσης ο ένας στον άλλον. Τα πρωτόκολλα του επιπέδου μεταφοράς παραδίδουν / λαμβάνουν δεδομένα σε / από τα πρωτόκολλα του επιπέδου μεταφοράς άλλων συστημάτων. Το άλλο σύστημα μπορεί να βρίσκεται στο ίδιο τοπικό δίκτυο ή σε άλλο δίκτυο χιλιάδες μίλια μακριά.

Το επίπεδο Μεταφοράς έχει μόνο δύο πρωτόκολλα: Τα **TCP (Transmission Control Protocol - πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης)**

και **UDP (User Datagram Protocol - πρωτόκολλο πακέτων δεδομένων χρήση)**. Το TCP παρέχει αξιόπιστη, προσανατολισμένη στην σύνδεση επικοινωνία, ενώ το UDP παρέχει αναξιόπιστη, μη-προσανατολισμένη στην σύνδεση επικοινωνία. Το TCP είναι αργότερο και συνήθως χρησιμοποιείται για την μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων, για να διασφαλίζει ότι τα δεδομένα αυτά δεν θα χρειάζεται να αποσταλούν ξανά. Το UDP είναι γρηγορότερο και συνήθως χρησιμοποιείται για την μεταφορά μικρών ποσοτήτων δεδομένων.

Ο όρος " προσανατολισμένο στην σύνδεση " σημαίνει ότι υλοποιείται μία σύνδεση όταν ξεκινά η επικοινωνία. Κατά την διάρκεια αυτής της σύνδεσης, ανταλλάσσονται συγκεκριμένες πληροφορίες για τον καθορισμό των παραμέτρων της επικοινωνίας. Οι πληροφορίες αυτές απαντούν σε ερωτήσεις όπως οι ακόλουθες:

- Πόσα δεδομένα μπορεί να λάβει το κάθε σύστημα ανά πάσα στιγμή;
- Ποιους αριθμούς ακολουθίας (σειράς) θα πρέπει να χρησιμοποιούντα συστήματα σ' αυτή την σύνδεση;
- Ποιοι αριθμοί επιβεβαίωσης θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σ' αυτή την σύνδεση;
- Για πόσο χρονικό διάστημα θα πρέπει να περιμένει το κάθε σύστημα τα σήματα επιβεβαίωσης πριν αποστείλει ξανά τα δεδομένα;

Ο όρος " αξιόπιστη επικοινωνία " σημαίνει ότι αποστέλλεται ένα σήμα επιβεβαίωσης στο σύστημα που έστειλε τα δεδομένα, το οποίο πιστοποιεί την παραλαβή των πακέτων δεδομένων. Καθώς λαμβάνεται κάθε τμήμα των δεδομένων στον προορισμό, στέλνεται ένα σήμα επιβεβαίωσης στον αποστολέα μέσα σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Εάν δεν αποσταλεί σήμα επιβεβαίωσης έγκαιρα (μέσα στο προκαθορισμένο χρονικό διάστημα), ο αποστολέας στέλνει ξανά τα δεδομένα. Εάν το σύστημα - παραλήπτης λάβει τα δεδομένα σε προβληματική κατάσταση, απλώς απορρίπτει το προβληματικό πακέτο. Ο παραλήπτης δεν στέλνει σήμα επιβεβαίωσης για το προβληματικό πακέτο, και επειδή ο αποστολέας δεν λαμβάνει σήμα επιβεβαίωσης, στέλνει ξανά τα ίδια δεδομένα.

Ανόμοια με το TCP, το UDP παρέχει αναξιόπιστη, μη - βασιζόμενη στην σύνδεση επικοινωνία. Αυτό σημαίνει ότι δεν υλοποιείται σύνδεση πριν ξεκινήσει η μεταφορά των δεδομένων. Το σύστημα - αποστολέας δεν στέλνει αρχικά πακέτα "διαμόρφωσης" στον προορισμό ξεκινά απλώς την αποστολή των δεδομένων. Η διαδικασία αυτή είναι παρόμοια με μία τηλεφωνική υπηρεσία, η οποία χρησιμοποιεί έναν χειριστή για να αναγγέλλει την σωστή ώρα όταν καλείτε έναν συγκεκριμένο αριθμό τηλεφώνου. Ο χειριστής στέλνει συνεχώς την σωστή ώρα εάν την λάβει κάποιος έχει καλώς εάν δεν την λάβει κανείς, δεν πειράζει. Η επικοινωνία θεωρείται αναξιόπιστη επειδή δεν στέλνονται σήματα επιβεβαίωσης της παραλαβής των δεδομένων στον προορισμό. Επιπρόσθετα, τα πακέτα αυτού του τύπου περιέχουν μια μικρή κεφαλίδα (header) στο επίπεδο μεταφοράς και επειδή δεν υλοποιείται σύνδεση και δεν υπάρχουν σήματα επιβεβαίωσης τα οποία πρέπει να

αναμένουν τα δύο συστήματα, τα δεδομένα μπορούν να μεταφέρονται γρηγορότερα.

3.4.1 TCP

Το TCP έχει μερικές σημαντικές **λειτουργίες** που αξίζει να τις αναφέρουμε:

✚ **Επεξεργασία προσανατολισμένη στην ροή των δεδομένων** - Το TCP επεξεργάζεται τα δεδομένα μιας ροής δεδομένων (stream). Με άλλα λόγια, το TCP μπορεί να δεχτεί δεδομένα ένα byte την φορά, αντί για ένα προδιαμορφωμένο μπλοκ. Το TCP μορφοποιεί τα δεδομένα σε αποσπάσματα μεταβλητού μήκους, που θα περάσει από το επίπεδο δικτύου.

✚ **Αναδιάταξη αρίθμησης** - Αν τα δεδομένα φθάνουν στον προορισμό εκτός σειράς, η λειτουργική μονάδα TCP μπορεί να τα αναδιατάξει για να επανέλθουν στην αρχική τους σειρά.

✚ **Έλεγχος ροής** - Ο έλεγχος ροής του TCP διασφαλίζει ότι η μετάδοση των δεδομένων δεν θα ξεπεράσει ή δεν θα υπερβεί την δυνατότητα του υπολογιστή προορισμού να λάβει τα δεδομένα.

✚ **Προτεραιότητα και ασφάλεια** - Οι προδιαγραφές του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ για το TCP απαιτούσαν προαιρετικά επίπεδα ασφάλειας και προτεραιότητας, που μπορεί να ορισθούν σε συνδέσεις TCP. Πολλές από τις υλοποιήσεις του TCP, ωστόσο, δεν παρέχουν αυτές τις λειτουργίες ασφάλειας και προτεραιότητας.

✚ **Ομαλό κλείσιμο** - Το TCP είναι πολύ προσεκτικό στο κλείσιμο μιας σύνδεσης, όπως και στο άνοιγμα μιας σύνδεσης. Το ομαλό κλείσιμο διασφαλίζει ότι όλα τα αποσπάσματα έχουν σταλεί και ληφθεί πριν κλείσει μια σύνδεση.

Μια πιο κοντινή ματιά στο TCP αποκαλύπτει ένα περίπλοκο σύστημα από ανακοινώσεις και αναγνωρίσεις, που υποστηρίζουν την δομή του TCP που είναι προσανατολισμένη στις συνδέσεις. Οι παρακάτω ενότητες ρίχνουν μια πιο κοντινή ματιά στην μορφή δεδομένων του TCP, την μετάδοση των δεδομένων του TCP και τις TCP συνδέσεις. Η τεχνική φύση αυτής της συζήτησης θα πρέπει να αποκαλύψει πόσο περίπλοκο είναι πραγματικά το TCP. Αυτή η συζήτηση για το TCP υπογραμμίζει επίσης το γεγονός ότι ένα πρωτόκολλο είναι κάτι περισσότερο από μια μορφή δεδομένων: Είναι ένα ολόκληρο σύστημα από διαδικασίες που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και διαδικασίες που έχουν σχεδιασθεί να εκτελούν ένα σύνολο από καλά ορισμένους στόχους.

Όπως μάθαμε, τα συστήματα πρωτοκόλλων σε επίπεδα, όπως το TCP/IP, λειτουργούν με ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ ενός δοθέντος επιπέδου του υπολογιστή αποστολής και του αντίστοιχου επιπέδου στον υπολογιστή παραλήπτη. Με άλλα λόγια, το επίπεδο ζεύξης δεδομένων στον υπολογιστή αποστολής επικοινωνεί με το επίπεδο ζεύξης δεδομένων στον υπολογιστή παραλήπτη, το επίπεδο Δικτύου στον υπολογιστή αποστολής επικοινωνεί με το επίπεδο Δικτύου στον υπολογιστή

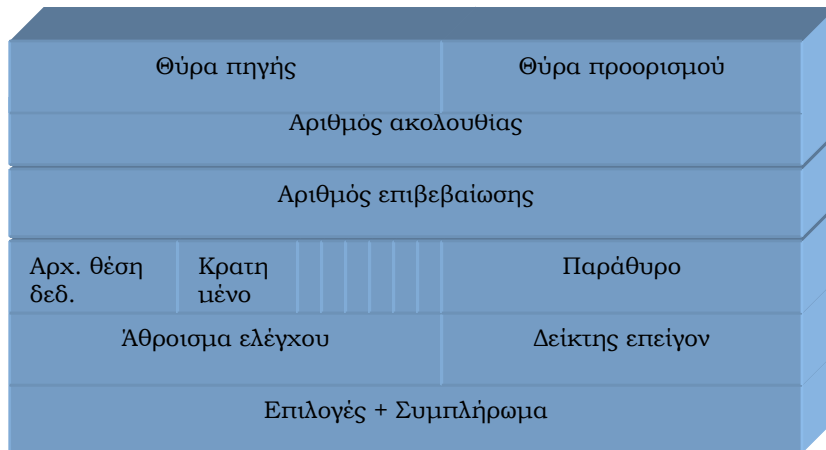
παραλήπτης κ.ο.κ.

Το λογισμικό TCP επικοινωνεί με το λογισμικό TCP στον υπολογιστή με τον οποίο έχει κάνει μια σύνδεση (ή θέλει να κάνει). Σε κάθε συζήτηση για το TCP, αν ακούσετε την φράση "Ο Υπολογιστής Α κάνει μια σύνδεση με τον Υπολογιστή Β", αυτό που πραγματικά σημαίνει είναι ότι το λογισμικό TCP του Υπολογιστή Α έχει κάνει μια σύνδεση με το λογισμικό TCP του Υπολογιστή Β, όπου και οι δυο ενεργούν για μια τοπική εφαρμογή.

Υπενθυμίζουμε ότι οι τελικοί κόμβοι είναι υπεύθυνοι για επαλήθευση των επικοινωνιών σε ένα TCP/IP δίκτυο. (Οι τελικοί κόμβοι είναι οι κόμβοι που προσπαθούν να επικοινωνήσουν - αντίθετα με τους ενδιάμεσους κόμβους, που προωθούν το μήνυμα). Σε ένα τυπικό δίκτυο, τα δεδομένα περνούν από το υποδίκτυο προέλευσης στο υποδίκτυο προορισμού με δρομολογητές. Αυτοί οι δρομολογητές γενικά λειτουργούν στο επίπεδο Δικτύου - το επίπεδο που είναι κάτω από το επίπεδο Μεταφοράς. Το σημαντικό είναι ότι οι δρομολογητές δεν ενδιαφέρονται για τις πληροφορίες του επιπέδου Μεταφοράς. Απλώς περνούν τα δεδομένα στο επίπεδο Μεταφοράς ως μεταφορείς των πλαισίων, που επισυνάπτουν τις δικές τους πληροφορίες επικεφαλίδων και στέλνουν τα πλαίσια προς τον προορισμό τους. Οι πληροφορίες ελέγχου και επαλήθευσης που είναι κωδικοποιημένες σε ένα TCP απόσπασμα (segment) έχουν στόχο αποκλειστικά το TCP λογισμικό του υπολογιστή προορισμού. Αυτό επιταχύνει την δρομολόγηση μέσω διαδικτύων TCP/IP (επειδή οι δρομολογητές δεν χρειάζεται να συμμετέχουν ενεργά στην τυπική διαδικασία διασφάλισης ποιότητας TCP) και ταυτόχρονα, επιτρέπει στο TCP να ανταποκρίνεται στον στόχο του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ και να παρέχει ένα δίκτυο με επαλήθευση τελικού κόμβου.

3.4.1.1 Η ΜΟΡΦΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΟΥ TCP

Η μορφή επικεφαλίδας του TCP φαίνεται στο σχήμα 2.7 . Η πολυπλοκότητα αυτής της δομής αποκαλύπτει την πολυπλοκότητα του TCP και τα πολλά επίπεδα αυτής της λειτουργικότητας.



Σχήμα 2.7: Επικεφαλίδα TCP

Τα πεδία είναι τα εξής:

- **Θύρα Προέλευσης (Source Port)** (16-bit) - Ο αριθμός θύρας που έχει δοθεί από την εφαρμογή στον υπολογιστή προέλευσης.
- **Θύρα Προορισμού (Destination Port)** (16-bit) - Ο αριθμός θύρας που έχει δοθεί από την εφαρμογή στον υπολογιστή προορισμού.
- **Αριθμός Σειράς (Sequence Number)** (32-bit) - Είναι ο αριθμός σειράς του πρώτου byte σε αυτό το απόσπασμα, εκτός και αν η σημαία SYN έχει ορισθεί σε 1. Αν η σημαία SYN είναι 1, το πεδίο Sequence Number παρέχει τον αρχικό αριθμό σειράς (initial sequence number - ISN), που χρησιμοποιείται για να συγχρονίζει τους αριθμούς σειράς. Αν η σημαία SYN είναι 1, ο αριθμός σειράς της πρώτης οκτάδας είναι κατά ένα μεγαλύτερος από τον αριθμό που εμφανίζεται σε αυτό το πεδίο (με άλλα λόγια, το ISN + 1).
- **Αριθμός Αναγνώρισης (Acknowledgment Number)** (32-bit) - Ο αριθμός αναγνώρισης γνωστοποιεί ότι λήφθηκε ένα απόσπασμα. Η τιμή είναι ο επόμενος αριθμός σειράς που περιμένει να λάβει ο υπολογιστής παραλήπτης, με άλλα λόγια, ο αριθμός σειράς του τελευταίου που λήφθηκε +1.
- **Μετατόπιση Δεδομένων (Data offset)** (4 bit) - Ένα πεδίο που λέει στο TCP λογισμικό παραλαβής πόσο μεγάλη θα είναι η επικεφαλίδα και, συνεπώς, από που ξεκινούν τα δεδομένα. Η μετατόπιση δεδομένων εκφράζεται ως ένας ακέραιος αριθμός με λέξεις 32 bit.
- **Δεσμευμένο (Reserved)** (6 bit) - Δεσμευμένο για μελλοντική χρήση. Το πεδίο Reserved παρέχει χώρο για μελλοντικές ανάγκες του TCP και πρέπει να είναι όλο μηδενικά.
- **Σημείες ελέγχου** (1 bit κάθε μια) - Οι σημείες ελέγχου δίνουν ειδικές πληροφορίες για το απόσπασμα.
 - **URG** - Η τιμή 1 ανακοινώνει ότι το απόσπασμα είναι επείγον και

το πεδίο Urgent Pointer είναι σημαντικό.

- **ACK** - Η τιμή 1 ανακοινώνει ότι το πεδίο Acknowledgment Number είναι σημαντικό.

- **PSH** - Η τιμή 1 λέει στο TCP λογισμικό να προωθήσει όλα τα δεδομένα που στάλθηκαν μέχρι στιγμής μέσω του καναλιού διοίκησης στην εφαρμογή παραλήπτη.

- **RST** - Η τιμή 1 επαναφέρει την σύνδεση.

- **SYN** - Η τιμή 1 ανακοινώνει ότι οι αριθμοί σειράς θα συγχρονισθούν, σημειώνοντας την αρχή μιας σύνδεσης.

- **FIN** - Η τιμή 1 δηλώνει ότι ο υπολογιστής αποστολής δεν έχει άλλα δεδομένα να μεταδώσει. Αυτή η σημαία χρησιμοποιείται για να κλείσει μια σύνδεση.

- **Παράθυρο (Window)** (16 - bit) - Μια παράμετρος που χρησιμοποιείται για έλεγχο ροής. Το παράθυρο ορίζει το εύρος των αριθμών σειράς πέρα από τον τελευταίο αριθμό σειράς που είναι ελεύθερος να μεταδώσει χωρίς επιπλέον αναγνώριση ο υπολογιστής αποστολής.

- **Checksum** (16 bit) - Ένα πεδίο που χρησιμοποιείται για να ελέγχει την ακεραιότητα του απόσπασματος. Ένας υπολογιστής παραλήπτης εκτελεί ένα υπολογισμό checksum που βασίζεται στο απόσπασμα (segment) και συγκρίνει την τιμή με την τιμή που είναι αποθηκευμένη σε αυτό το πεδίο. Το TCP και το UDP περιλαμβάνουν μια ψευδο-επικεφαλίδα μαζί με τις IP πληροφορίες διευθυνσιοδότησης στον υπολογισμό του checksum.

- **Δείκτης επείγοντος (Urgent Pointer)** (16 - bit) - Ένας δείκτης μετατόπισης που δείχνει στον αριθμό σειράς που σημειώνει την αρχή των επείγουσών πληροφοριών.

- **Επιλογές (Options)** - Καθορίζει μια επιλογή από ένα μικρό σύνολο από προαιρετικές ρυθμίσεις.

- **Αναπλήρωση (Padding)** - Πρόσθετο μηδενικό bit (οπότε χρειάζεται) για να διασφαλίζει ότι τα δεδομένα ξεκινούν με όριο 32 bit.

- **Δεδομένα** - Τα δεδομένα που μεταδίδονται με το απόσπασμα.

Το TCP χρειάζεται όλα αυτά τα πεδία δεδομένων για να διαχειριστεί με επιτυχία, να γνωστοποιήσει και να επαληθεύσει τις μεταδώσεις του δικτύου. Η επόμενη ενότητα δείχνει πώς χρησιμοποιεί το TCP λογισμικό κάποιο από αυτά πεδία για να διαχειριστεί τις εργασίες της αποστολής και της λήψης των δεδομένων.

3.4.1.2 TCP ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

Οτιδήποτε στο TCP συμβαίνει μέσα στο περιβάλλον μιας σύνδεσης. Το TCP στέλνει και λαμβάνει δεδομένα μέσω μιας σύνδεσης, που πρέπει να ζητηθεί, να ανοίξει και να κλείσει σύμφωνα με τους κανόνες του TCP.

Ένας από τους λόγους ύπαρξης του TCP είναι ότι παρέχει μια

διασύνδεση, ώστε οι εφαρμογές να μπορούν να έχουν πρόσβαση στο δίκτυο. Αυτή η διασύνδεση παρέχεται μέσω των TCP θυρών και, για να μπορεί να παρέχει μια σύνδεση μέσω των θυρών, πρέπει να είναι ανοικτή η TCP διασύνδεση με την εφαρμογή. Το TCP υποστηρίζει δυο καταστάσεις ανοίγματος:

- **Παθητική ανοικτή** - Μια συγκεκριμένη διαδικασία της εφαρμογής ειδοποιεί το TCP ότι είναι έτοιμη να λάβει εισερχόμενες συνδέσεις μέσω μιας TCP θύρας. Έτσι, ανοίγει ο δρόμος από το TCP στην εφαρμογή και περιμένει πλέον να λάβει μια εισερχόμενη αίτηση σύνδεσης

- **Ενεργή ανοικτή** - Μια εφαρμογή ζητά από το TCP να ξεκινήσει μια σύνδεση με ένα άλλο υπολογιστή που είναι στην κατάσταση παθητικής ανοικτής. (Το TCP μπορεί επίσης να ξεκινήσει μια σύνδεση με ένα υπολογιστή που είναι σε κατάσταση ενεργής ανοικτής, οπότε και οι δύο υπολογιστές θα προσπαθήσουν να ανοίξουν μια σύνδεση ταυτόχρονα).

Σε μια τυπική κατάσταση, μια εφαρμογή που θέλει να λάβει συνδέσεις, όπως ένας FTP διακομιστής, βάζει τον εαυτό του και την κατάσταση της TCP θύρας του σε κατάσταση παθητικής ανοικτής. Στον υπολογιστή πελάτη, η TCP κατάσταση του FTP πελάτη είναι μάλλον κλειστή μέχρι ένας χρήστης να ξεκινήσει μια σύνδεση από τον FTP πελάτη στον FTP διακομιστή, οπότε η κατάσταση για τον πελάτη γίνεται κατάσταση ενεργής ανοικτής. Το TCP λογισμικό του υπολογιστή που μπαίνει σε κατάσταση ενεργής ανοικτής (δηλαδή, ο πελάτης) ξεκινά μετά την ανταλλαγή των μηνυμάτων που καταλήγει σε μια σύνδεση. Αυτή η ανταλλαγή πληροφοριών, που ονομάζεται χειραψία τριών βημάτων (three-way handshake).

Ένας πελάτης (client) είναι ένας υπολογιστής που ζητά ή λαμβάνει υπηρεσίες από ένα άλλο υπολογιστή στο δίκτυο.

Ένας διακομιστής (server) είναι ένας υπολογιστής που προσφέρει υπηρεσίες στους άλλους υπολογιστές στο δίκτυο.

Το TCP στέλνει αποσπάσματα μεταβλητού μήκους. Μέσα σε ένα απόσπασμα, κάθε byte από δεδομένα παίρνει ένα αριθμό σειράς (sequence number). Ο υπολογιστής λήψης πρέπει να στείλει μια αναγνώριση για κάθε byte που λαμβάνει. Η TCP επικοινωνία είναι συνεπώς, ένα σύστημα από μεταδόσεις και αναγνώρισεις. Τα πεδία του Αριθμού σειράς και Αριθμού αναγνώρισης της TCP επικεφαλίδας κάνουν τακτικές ενημερώσεις στο TCP λογισμικό επικοινωνίας για την κατάσταση της μετάδοσης.

Δεν κωδικοποιείται ένας διαφορετικός αριθμός σειράς με κάθε byte. Αντίθετα, ο Αριθμός σειράς στην επικεφαλίδα δίνει τον αριθμό σειράς του πρώτου byte των δεδομένων ενός αποσπάσματος.

Υπάρχει μια εξαίρεση σε αυτό τον κανόνα. Αν το απόσπασμα είναι στην αρχή μιας σύνδεσης, ο Αριθμός σειράς περιέχει το ISN, που είναι κατά ένα μικρότερο από τον αριθμό σειράς του πρώτου byte του αποσπάσματος. (Το πρώτο byte είναι ISN + 1).

Αν το απόσπασμα ληφθεί με επιτυχία, ο υπολογιστής παραλήπτης

χρησιμοποιεί το πεδίο Αριθμού αναγνώρισης για να πει στον υπολογιστή αποστολής ποια byte έχει λάβει. Το πεδίο Αριθμού αναγνώρισης στο μήνυμα αναγνώρισης θα πάρει τον τελευταίο ληφθέντα αριθμό σειράς +1. Με άλλα λόγια, το πεδίο Αριθμού αναγνώρισης ορίζει ποιο αριθμό σειράς προετοιμάζεται να λάβει ο υπολογιστής.

Αν δεν ληφθεί μια αναγνώριση μέσα στην συγκεκριμένη χρονική περίοδο, ο υπολογιστής αποστολής αναμεταδίδει τα δεδομένα που ξεκινούν από το byte, μετά το τελευταίο byte αναγνώρισης.

3.4.1.3 ΚΑΘΙΕΡΩΣΗ ΜΙΑΣ ΣΥΝΔΕΣΗ

Για να δουλέψει το σύστημα σειράς / αναγνώρισης, οι υπολογιστές πρέπει να συγχρονίσουν τους αριθμούς σειράς. Με άλλα λόγια, ο υπολογιστής B πρέπει να ξέρει ποιόν αρχικό αριθμό σειράς (ISN) χρησιμοποίησε ο υπολογιστής A για να ξεκινήσει την σειρά. Ο υπολογιστής A πρέπει να ξέρει τι ISN θα χρησιμοποιήσει ο υπολογιστής B για να ξεκινήσει την σειρά με τα δεδομένα που θα μεταδώσει ο υπολογιστής B.

Αυτός ο συγχρονισμός των αριθμών σειράς ονομάζεται **χειραψία τριών βημάτων (three-way handshake)**. Η χειραψία τριών βημάτων πάντα συμβαίνει στην αρχή μιας TCP σύνδεσης. Τα τρία βήματα μιας χειραψίας τριών βημάτων είναι τα εξής:

1. Ο υπολογιστής A στέλνει ένα απόσπασμα με

SYN = 1

ACK = 0

Αριθμός σειράς = X (όπου X είναι το ISN του υπολογιστή A)

Ο ενεργός ανοικτός υπολογιστής (υπολογιστής A) στέλνει ένα απόσπασμα με την σημαία SYN ίση με 1 και την σημαία ACK ίση με 0. Το SYN είναι συντόμευση του **synchronize (συγχρονισμός)**. Αυτή η σημαία, όπως περιγράφηκε νωρίτερα, ανακοινώνει μια προσπάθεια για να ανοίξει μια σύνδεση. Αυτό το πρώτο απόσπασμα της επικεφαλίδας περιέχει επίσης τον αρχικό αριθμό σειράς (ISN), που σημειώνει την αρχή του αριθμού σειράς για τα δεδομένα που θα μεταδώσει ο υπολογιστής A. Το πρώτο byte που μεταδίδεται στον υπολογιστή B θα έχει αριθμό σειράς ISN + 1.

2. Ο υπολογιστής B λαμβάνει το απόσπασμα του υπολογιστή A και επιστρέφει ένα απόσπασμα με

SYN = 1 (ακόμα σε φάση συγχρονισμού)

ACK = 1 (το πεδίο Αριθμού αναγνώρισης θα περιέχει μια τιμή)

Αριθμός σειράς = Y, όπου το Y είναι ISN του υπολογιστή B

Αριθμός αναγνώρισης = M + 1, όπου το M είναι ο τελευταίος αριθμός σειράς που λήφθηκε από τον υπολογιστή A

3. Ο υπολογιστής A στέλνει ένα απόσπασμα στον υπολογιστή B που

του λέει ότι έλαβε το ISN του υπολογιστή B:

SYN = 0

ACK = 1

Αριθμός σειράς = επόμενος αριθμός σειράς (M + 1)

Αριθμός αναγνώρισης = N + 1 (όπου το N είναι ο τελευταίος αριθμός σειράς που λήφθηκε από τον υπολογιστή B).

Μετά την χειραψία τριών βημάτων, η σύνδεση είναι ανοικτή και οι TCP λειτουργικές μονάδες μεταδίδουν και στέλνουν δεδομένα χρησιμοποιώντας τον συνδυασμό σειράς και αναγνώρισης που περιγράψαμε παραπάνω.

3.4.1.4 TCP ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΟΗΣ

Το πεδίο Window της TCP επικεφαλίδας παρέχει ένα μηχανισμό ελέγχου ροής για την σύνδεση. Ο σκοπός του πεδίου Window είναι να διασφαλίσει ότι ο υπολογιστής αποστολέας δεν στέλνει πάρα πολλά δεδομένα πολύ γρήγορα, που θα μπορούσε να καταλήξει σε μια κατάσταση όπου τα δεδομένα χάνονται, επειδή ο υπολογιστής παραλήπτης δεν μπορεί να επεξεργαστεί τα εισερχόμενα αποσπάσματα τόσο γρήγορα όσο τα στέλνει ο υπολογιστής αποστολέας. Η μέθοδος του ελέγχου που χρησιμοποιείται από το TCP ονομάζεται μέθοδος του **κυλιόμενου παραθύρου (sliding window)**. Ο υπολογιστής παραλήπτης χρησιμοποιεί το πεδίο window (που επίσης είναι γνωστό ως πεδίο **buffer size - μεγέθους buffer**) για να ορίσει ένα παράθυρο από αριθμούς σειράς που είναι μετά τον τελευταίο αριθμό σειράς που μπορεί να στείλει ο υπολογιστής αποστολέας. Ο υπολογιστής αποστολέας δεν μπορεί να στείλει ένα αριθμό που είναι μετά από αυτό το παράθυρο, μέχρι να λάβει την επόμενη αναγνώριση.

3.4.1.5 ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΜΙΑΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Όταν είναι ώρα να κλείσει η σύνδεση, ο υπολογιστής που ξεκινά το κλείσιμο, ο υπολογιστής A, τοποθετεί ένα απόσπασμα στην ουρά με την σημαία FIN ορισμένη σε ένα. Η εφαρμογή μετά μπαίνει σε αυτή που ονομάζεται **κατάσταση τερματισμού αναμονής (fin-wait)**. Στην κατάσταση αναμονής τερματισμού, το TCP λογισμικό του υπολογιστή A συνεχίζει να λαμβάνει αποσπάσματα και να επεξεργάζεται τα αποσπάσματα που είναι ήδη στην ουρά, αλλά δεν γίνονται αποδεκτά πρόσθετα δεδομένα από την εφαρμογή. Όταν ο υπολογιστής B λαμβάνει το απόσπασμα FIN, επιστρέφει μια αναγνώριση στο FIN, στέλνει τα υπόλοιπα αποσπάσματα και ειδοποιεί την τοπική εφαρμογή ότι το FIN λήφθηκε. Ο υπολογιστής B στέλνει ένα απόσπασμα FIN στον υπολογιστή A, όπου ο υπολογιστής A αναγνωρίζει και η σύνδεση κλείνει.

3.4.2 UDP : ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΧΩΡΙΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

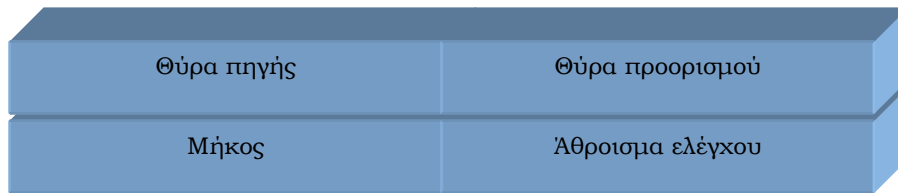
Το UDP είναι πολύ απλούστερο από το TCP και δεν εκτελεί κάποιες από τις λειτουργίες που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Ωστόσο, υπάρχουν μερικές παρατηρήσεις για το UDP, που θα πρέπει να αναφέρουμε.

Πρώτον, αν και το UDP αναφέρεται μερικές φορές, ότι δεν έχει δυνατότητες ελέγχου λαθών, στην πραγματικότητα, μπορεί να εκτελεί στοιχειώδη έλεγχο λαθών. Είναι καλύτερα να πούμε ότι το UDP ότι έχει την δυνατότητα περιορισμένου ελέγχου λαθών. Τα UDP πλαίσια περιλαμβάνουν μια τιμή checksum που μπορεί να χρησιμοποιεί ο υπολογιστής παραλήπτης για να ελέγξει την ακεραιότητα των δεδομένων. (Συνήθως, αυτός ο έλεγχος checksum είναι προαιρετικός και μπορεί να απενεργοποιηθεί στον υπολογιστή παραλήπτη, για να επιταχύνει την επεξεργασία των εισερχόμενων δεδομένων). Το UDP πλαίσιο περιλαμβάνει μια ψευδο-επικεφαλίδα που περιέχει την διεύθυνση προορισμού του πλαισίου, παρέχοντας έτσι ένα μέσον ελέγχου για τα πλαίσια με λανθασμένη διεύθυνση. Επίσης, αν η UDP λειτουργική μονάδα προορισμού λάβει ένα πλαίσιο που κατευθύνεται σε μια ανενεργή ή μη ορισμένη UDP θύρα, επιστρέφει ένα μήνυμα ICMP, που ειδοποιεί τον υπολογιστή προορισμού ότι η θύρα δεν μπορεί να βρεθεί.

Δεύτερο, το UDP δεν προσφέρει αναδιάταξη αρίθμησης (resequencing) των δεδομένων που παρέχονται από το TCP. Η αναδιάταξη αρίθμησης είναι πιο σημαντική σε ένα μεγάλο δίκτυο, όπως το internet, όπου τα πλαίσια δεδομένων μπορεί να ακολουθούν διαφορετικές διαδρομές και να υπάρξουν σημαντικές καθυστερήσεις στα buffer των δρομολογητών. Στα τοπικά δίκτυα, η έλλειψη αναδιάταξης αρίθμησης του UDP, γενικά, δεν καταλήγει σε αναξιόπιστη λήψη.

Ο βασικός σκοπός του πρωτοκόλλου UDP είναι να παρουσιάζει τα πλαίσια δεδομένων στο επίπεδο εφαρμογής. Το ίδιο το πρωτόκολλο UDP δεν κάνει πολλά και συνεπώς χρειάζεται μια απλή δομή επικεφαλίδας. Το RFC που περιγράφει αυτό το πρωτόκολλο, το RFC 768, είναι μόνο τρεις σελίδες. Όπως αναφερθήκαμε νωρίτερα, το UDP δεν αναμεταδίδει τα χαμένα ή χαλασμένα πλαίσια, δεν βάζει σε σειρά τα πλαίσια που λήφθηκαν εκτός σειράς, δεν απαλείφει τα διπλά πλαίσια, δεν γνωστοποιεί την λήψη των πλαισίων, ή δεν ορίζει ή δεν τερματίζει συνδέσεις. Το UDP είναι βασικά ένας μηχανισμός για προγράμματα που στέλνουν και λαμβάνουν πλαίσια χωρίς το κόστος μιας TCP σύνδεσης. Η εφαρμογή μπορεί να παρέχει οποιαδήποτε ή όλες αυτές τις λειτουργίες, αν είναι απαραίτητες για τον σκοπό της εφαρμογής.

Η UDP επικεφαλίδα αποτελείται από τέσσερα πεδία 16 bit. Δείτε το σχήμα 2.8 για την διάταξη της επικεφαλίδας του UDP πλαισίου.



Σχήμα 2.8: Επικεφαλίδα UDP

Η παρακάτω λίστα περιγράφει τα πεδία:

- **Θύρα Προέλευσης (Source Port)** - Αυτό το πεδίο καταλαμβάνει τα πρώτα 16 bit της UDP επικεφαλίδας. Αυτό το πεδίο γενικά περιέχει τον UDP αριθμό θύρας της εφαρμογής που στέλνει αυτό το πλαίσιο. Η τιμή που εισάγεται στο πεδίο Θύρα Προέλευσης χρησιμοποιείται από την εφαρμογή λήψης ως διεύθυνση επιστροφής, όταν είναι έτοιμη να στείλει μια απόκριση. Αυτό το πεδίο θεωρείται προαιρετικό και δεν είναι απαραίτητο η εφαρμογή αποστολής να συμπεριλάβει τον αριθμό θύρας. Αν η εφαρμογή αποστολής δεν συμπεριλάβει αριθμό θύρας, η εφαρμογή θα πρέπει να τοποθετήσει 16 μηδενικά bit στο πεδίο. Προφανώς, αν δεν υπάρχει έγκυρη διεύθυνση για την θύρα προέλευσης, η εφαρμογή λήψης δεν θα μπορεί να στείλει μια απόκριση. Ωστόσο, αυτό μπορεί να είναι η επιθυμητή λειτουργικότητα, όπως στην περίπτωση ενός μηνύματος `snmp - trap`, που είναι ένα αμφίδρομο μήνυμα, όπου δεν αναμένεται καμία απόκριση.
- **Θύρα Προορισμού (Destination Port)** - Αυτό το πεδίο των 16 bit περιέχει την διεύθυνση της θύρας στην οποία θα παραδώσει αυτό το πλαίσιο, το UDP λογισμικό του υπολογιστή προορισμού.
- **Μήκος (Length)** - Αυτό το πεδίο των 16 bit προσδιορίζει το μήκος, σε οκτάδες, του UDP πλαισίου. Το μήκος περιλαμβάνει την UDP επικεφαλίδα, όπως επίσης και τα UDP δεδομένα. Επειδή η UDP επικεφαλίδα είναι οκτώ οκτάδες σε μήκος, η τιμή θα είναι πάντα τουλάχιστον 8.
- **Checksum** - Αυτό το πεδίο των 16 bit χρησιμοποιείται για να προσδιορίζει αν το πλαίσιο χάλασε στην διάρκεια της μετάδοσης. Το checksum είναι το αποτέλεσμα ενός ειδικού υπολογισμού που εκτελείται σε μια συμβολοσειρά με δυαδικά δεδομένα. Στην περίπτωση του UDP, το checksum υπολογίζεται με βάση την ψευδό - επικεφαλίδα, την UDP επικεφαλίδα, τα UDP δεδομένα και πιθανόν τις συμπληρωματικές μηδενικές οκτάδες, για να δημιουργήσει ένα checksum με ζυγό μέγεθος οκτάδων. Τα checksum που δημιουργούνται στην προέλευση και επαληθεύονται στον προορισμό, επιτρέπουν στην εφαρμογή πελάτη να προσδιορίζει αν το πλαίσιο έχει χαλάσει.

Επειδή η UDP επικεφαλίδα δεν περιλαμβάνει την IP διεύθυνση προέλευσης ή προορισμού, είναι δυνατόν τα πλαίσια να παραδίδονται σε λανθασμένο υπολογιστή ή υπηρεσία. Μέρος των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του checksum είναι μια

συμβολοσειρά από τιμές που εξάγονται από την IP επικεφαλίδα που είναι γνωστή ως ψευδό-επικεφαλίδα. Η ψευδό -επικεφαλίδα παρέχει πληροφορίες IP διευθύνσεων προορισμού, έτσι ώστε ο υπολογιστής προορισμού, να μπορεί να προσδιορίσει αν ένα UDP πλαίσιο έχει παραδοθεί σωστά.

3.5 ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Στην κορυφή της ιεραρχίας πρωτοκόλλων TCP/IP βρίσκεται το επίπεδο εφαρμογής (Application Layer). Το επίπεδο εφαρμογής περιέχει εφαρμογές οι οποίες διεκπεραιώνουν αιτήσεις που λαμβάνονται από άλλα συστήματα. Οι θύρες (ports) και τα sockets χρησιμοποιούνται για την λήψη και την αποστολή δεδομένων.

Το επίπεδο εφαρμογής είναι το τμήμα του TCP/IP που χειρίζεται τις αιτήσεις για τα δεδομένα ή υπηρεσίες. Οι εφαρμογές σ' αυτό το επίπεδο αναμένουν αιτήσεις για να τις χειριστούν, και όλες ακροάζονται στις αντίστοιχες θύρες. Το επίπεδο εφαρμογής δεν είναι το επίπεδο στο οποίο τρέχουν προγράμματα όπως ο επεξεργαστής κειμένων σας, ή το πρόγραμμα που χρησιμοποιείτε για τις περιηγήσεις σας στο internet. Οι εφαρμογές που τρέχουν στο επίπεδο εφαρμογής αλληλεπιδρούν (επικοινωνούν) με τα προγράμματα επεξεργασίας κειμένου, τις εφαρμογές περιήγησης στο internet, κ.α.

3.5.1 ΘΥΡΕΣ ΚΑΙ SOCKETS

Καθώς ένα πακέτο "διασχίζει" την ιεραρχία των πρωτοκόλλων στην πορεία του προς το επίπεδο εφαρμογής, το επίπεδο μεταφοράς κατευθύνει το πακέτο στην κατάλληλη θύρα. Μία θύρα μοιάζει με τα ηχεία ενός στερεοφωνικού οι εφαρμογές είναι διαμορφωμένες ώστε να ακούμε ένα συγκεκριμένο ηχείο. Η εφαρμογή φέρνει το αυτί της κοντά στο ηχείο και περιμένει (ακροάζεται) για αιτήσεις.

Ας υποθέσουμε ότι η εφαρμογή ακροάζεται για αιτήσεις οι οποίες στέλνονται σ' αυτή. Καθώς μία αίτηση προχωρά στην ιεραρχία πρωτοκόλλων TCP/IP, το πρωτόκολλο TCP ή UDP στο επίπεδο μεταφοράς παραδίδει την αίτηση στην εφαρμογή. Να θυμάστε ότι η εφαρμογή είναι διαμορφωμένη ώστε να ακροάζεται έναν συγκεκριμένο αριθμό θύρας, και το TCP ή το UDP στέλνει την αίτηση στην κατάλληλη θύρα βάσει των πληροφοριών που περιλαμβάνονται στην κεφαλίδα του πακέτου.

Μια πετυχημένη αναλογία θα ήταν η εξής: Φανταστείτε ότι βρίσκεστε σε ένα φαστ φουντ της πόλης σας, το οποίο εκτός από τα πιάτα με χάμπουργκερ διαθέτει επίσης πιάτα με ψάρια. Όταν παραγγέλνετε το καλύτερο πιάτο του καταστήματος, πως θα ξέρει ο σερβιτόρος εάν εννοείτε το καλύτερο πιάτο με χάμπουργκερ ή με ψάρι;

Προσδιορίζετε ότι επιθυμείτε το καλύτερο πιάτο με χάμπουργκερ όταν κάνετε την παραγγελία σας. Ο υπάλληλος τεκμηριώνει την παραγγελία χτυπώντας την στην ταμιακή μηχανή του και την περνάει

στον κατάλληλο σεφ - για χάμπουργκερ ή για ψάρι. Οι δύο σεφ δίνουν εντελώς διαφορετική σημασία στην φράση "καλύτερο πιάτο", και ανάλογα με τον σεφ στον οποίο περνιέται η παραγγελία σας, παίρνετε τελικά ένα πιάτο με χάμπουργκερ ή ένα πιάτο με ψάρι.

Ακούγοντας την φράση "καλύτερο πιάτο", ο κάθε σεφ ξέρει ποιο χάμπουργκερ ή ποιο γεύμα με ψάρι πρέπει να παρασκευάσει. Όταν θέλετε να παραγγείλετε το "καλύτερο πιάτο", αντί να πείτε το όνομα του χάμπουργκερ, τηγανητές πατάτες και αναψυκτικό, λέτε απλώς το "καλύτερο πιάτο". Έτσι, ο υπάλληλος ξέρει σε ποιόν σεφ πρέπει να περάσει την παραγγελία σας για διεκπεραίωση. Κατά παρόμοιο τρόπο, αντί να καθορίζει το όνομα της εφαρμογής για την οποία προορίζεται, το πακέτο καθορίζει τον αριθμό της θύρας στην οποία πρέπει να παραδοθεί.

Τόσο το TCP, όσο και το UDP, χρησιμοποιούν 65,536 θύρες έκαστο. Για παράδειγμα, ένα πακέτο μπορεί να καθορίζει ότι προορίζεται για την θύρα 80 του TCP. Η θύρα 80 του TCP είναι η στάνταρ θύρα στην οποία ακροάζονται οι web servers για αιτήσεις που στέλνονται μέσω του πρωτοκόλλου HTTP. Σαν ένα άλλο παράδειγμα, ένα πακέτο μπορεί να καθορίζει ότι προορίζεται για την θύρα 69 του UDP, η οποία είναι η στάνταρ θύρα για τις αιτήσεις που στέλνονται μέσω του πρωτοκόλλου TFTP.

Το επίπεδο δικτύου περνά αυτό το πακέτο είτε στο TCP, είτε στο UDP (στο επίπεδο μεταφοράς), και με τη σειρά του, το TCP ή το UDP περνά το πακέτο στην κατάλληλη θύρα στην οποία ακροάζεται η κατάλληλη εφαρμογή.

Θεωρήστε ότι αυτή η πληροφορία θύρας σχηματίζει μία "χοάνη" στην ιεραρχία πρωτοκόλλων TCP/IP. Όταν ένα πακέτο παραδίδεται σε μία συγκεκριμένη διεύθυνση IP, περνιέται προς τα επάνω στην ιεραρχία των πρωτοκόλλων για να διασφαλιστεί ότι προορίζεται πράγματι για το σύστημα που το παρέλαβε. Στη συνέχεια περνιέται στο πρωτόκολλο TCP ή UDP και κατόπιν στην κατάλληλη θύρα έτσι ώστε τελικά η εφαρμογή που τρέχει στο επίπεδο εφαρμογής να μπορέσει να χειριστεί κατάλληλα την αίτηση. Αυτή η "χοάνη" αποκαλείται socket.

Ένα socket συνδυάζει τρία στοιχεία πληροφορίας: την διεύθυνση IP, το TCP ή το UDP και τον αριθμό θύρας. Το TCP ή το UDP υποδεικνύει ποιο από τα δύο πρωτόκολλα χρησιμοποιείται. Η αναγραφή ενός socket δείχνει ως εξής:

131.107.2.200:TCP:80, ή 131.107.2.200:UDP:69

3.5.2 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΟΝΟΜΑΤΩΝ

Η επίλυση ονομάτων είναι ένα παράδειγμα υπηρεσίας επιπέδου εφαρμογής, που λειτουργεί ολοκληρωμένα με χαμηλότερα επίπεδα του πρωτοκόλλου και συμμετέχει ενεργά στις αλληλεπιδράσεις με την στοίβα του πρωτοκόλλου. Τα ερωτήματα DNS ή WINS ξεκινούν από το λογισμικό του πρωτοκόλλου του υπολογιστή πελάτη, αντί από ένα χρήστη ή εφαρμογή χρήστη. Ένας χρήστης αναφέρει ένα όνομα τομέα

και το λογισμικό του πρωτοκόλλου μετατρέπει αυτό σε μια IP διεύθυνση, χρησιμοποιώντας επίλυση ονομάτων.

Η **επίλυση ονομάτων (name resolution)** είναι η διαδικασία της απεικόνισης διευθύνσεων IP σε προκαθορισμένα, φιλικά αλφαριθμητικά ονόματα. Η υπηρεσία ονομάτων DNS (Domain Name Service,) παρέχει επίλυση ονομάτων για το internet και μπορεί επίσης να παρέχει επίλυση ονομάτων για απομονωμένα δίκτυα TCP/IP. Το DNS χρησιμοποιεί **διακομιστές ονομάτων** για να επιλύει ερωτήματα ονομάτων DNS. Μια υπηρεσία διακομιστή ονομάτων εκτελείται στο επίπεδο εφαρμογής του υπολογιστή που περιέχει τον διακομιστή ονομάτων και επικοινωνεί με άλλους διακομιστές ονομάτων για να ανταλλάσσει πληροφορίες επίλυσης. Υπάρχουν και άλλα συστήματα επίλυσης ονομάτων, όπως το Network Information Service (NIS), η επίλυση ονομάτων NetBIOS και διάφορες άλλες ποικιλίες που σχετίζονται με το Light Directory Access Protocol (LDAP).

3.5.3 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΡΧΕΙΩΝ (FTP)

Το FTP (File Transfer Protocol, πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων) είναι το πρωτόκολλο που ορίζει πώς μπορεί να μεταφερθεί ένα αρχείο από ένα σύστημα σ' ένα άλλο. Για να μεταφερθεί ένα αρχείο από ένα σύστημα σ' ένα άλλο, το πρωτόκολλο FTP στο σύστημα που εκκινεί την διαδικασία δημιουργεί την αίτηση για το αρχείο και το πρωτόκολλο FTP στον FTP server επεξεργάζεται την αίτηση. Οι προγραμματιστές που επιθυμούν να γνωρίσουν σε βάθος τα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες του πρωτοκόλλου FTP θα πρέπει οπωσδήποτε να διαβάσουν το έγγραφο RFC 959.

Σε μία σύνοδο επικοινωνίας FTP εμπλέκονται δύο συστήματα. Το ένα από τα δύο συστήματα ζητά ένα αρχείο το άλλο σύστημα έχει ήδη αποθηκευμένο αυτό το αρχείο και μεταφέρει ένα αντίγραφο του στο σύστημα που το ζήτησε. Τα αρχεία μπορούν να μεταφέρονται είτε σε μορφή κειμένου, είτε σε δυαδική (binary) μορφή.

Το σύστημα (ο υπολογιστής) που ζητά την υπηρεσία αποκαλείται client (πελάτης), ενώ το σύστημα που παρέχει την υπηρεσία αποκαλείται server (διακομιστής). Αυτά τα δύο συστήματα έχουν μεταξύ τους μία ειδική σχέση, η οποία κατά παράδοση αποκαλείται σχέση "client/server".

Το σύστημα που κάνει την αίτηση χρησιμοποιεί μία εφαρμογή για να ζητήσει το αρχείο. Η εφαρμογή αυτή θα μπορούσε να είναι ένας επεξεργαστής κειμένων, ένα πρόγραμμα FTP το οποίο τρέχει από την γραμμή εντολής (command-line utility), ή ένας διερμηνευτής εντολών FTP (command interpreter). Το πρόγραμμα FTP που τρέχει από την γραμμή εντολής δίνει στο σύστημα την δυνατότητα να συνδεθεί σε έναν FTP server χωρίς να χρησιμοποιεί εντυπωσιακό σύστημα επικοινωνίας με τον χρήστη, ο χρήστης πληκτρολογεί απλώς τις απαιτούμενες εντολές FTP στην γραμμή εντολής. Το FTP συνδέεται στον FTP server και ζητείται από τον χρήστη να συνδεθεί (log in).

Για να συνδεθεί, ο χρήστης πρέπει να παρέχεται κάποια διαπιστευτήρια - όνομα χρήστη (username) και κωδικό πρόσβασης (password).

Τα περισσότερα FTP sites επιτρέπουν "ανώνυμη" σύνδεση, χωρίς να απαιτείται κωδικός πρόσβασης. Όταν σας ζητείται όνομα χρήστη, πληκτρολογήστε την λέξη anonymous που είναι ένας λογαριασμός ειδικά διαμορφωμένος ώστε να επιτρέπει σε όλους την πρόσβαση στα αρχεία που είναι αποθηκευμένα σ' έναν FTP server χωρίς να απαιτεί κωδικό πρόσβασης.

3.5.4 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΟΥ (HTTP)

Το HTTP (Hypertext Transfer Protocol, Πρωτόκολλο Μεταφοράς Υπερκειμένου) είναι ένα σύνολο κανόνων που διέπουν την ανταλλαγή αρχείων μέσω του internet. Είναι το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται από τις εφαρμογές περιήγησης (web browser). Ανόμοια με το FTP, το HTTP είναι ειδικά σχεδιασμένο ώστε να απαιτεί ελάχιστη παρέμβαση από τον χρήστη. Το πρωτόκολλο HTTP μεταφέρει προ-μορφοποιημένα αρχεία, των οποίων το περιεχόμενο εμφανίζεται στο περιβάλλον μιας εφαρμογής browser αντί να αποθηκεύεται σε έναν δίσκο.

Η εφαρμογή HTTP τρέχει σε ένα σύστημα το οποίο εκτελεί χρέη web server (διακομιστή web), ακροάζεται για αιτήσεις και απαντά σ' αυτές στέλνοντας τα κατάλληλα αρχεία στο σύστημα που τα ζήτησε. Ένας web server είναι ένας server στον οποίο τρέχει η εφαρμογή για την υπηρεσία HTTP. Η υπηρεσία HTTP ακροάζεται για αιτήσεις σε μία θύρα του TCP - συνήθως στην θύρα 80 - και κατόπιν μεταφέρει το ζητούμενο αρχείο στο σύστημα που το ζήτησε. Το σύστημα που ζητά το αρχείο εμφανίζει τα περιεχόμενα του στο περιβάλλον μιας εφαρμογής web browser.

Στο client σύστημα για την δημιουργία μίας αίτησης HTTP εισάγετε μία εντολή στην εφαρμογή web browser. Η εντολή εκκινεί πληκτρολογώντας μία διεύθυνση URL (Uniform Resource Locator, διεύθυνση ομοιόμορφου εντοπισμού πόρων), όπως για παράδειγμα η www.sybex.com, στην γραμμή διευθύνσεων (Address) της εφαρμογής web browser ή κάνοντας κλικ σε μία σύνδεση (hyperlink) μιας ιστοσελίδας που εμφανίζεται στο παράθυρο της εφαρμογής web browser. Η εφαρμογή web browser μορφοποιεί την αίτηση σε ένα πακέτο αίτησης HTTP/TCP/IP με προορισμό την θύρα 80.

Στον web server, η εφαρμογή HTTP ακροάζεται για οποιοσδήποτε εισερχόμενες αιτήσεις στην θύρα 80. Αφού παραληφθεί το πακέτο, ανακτάται το ζητούμενο αρχείο και "πακετάρεται" κατάλληλα για παράδοση στο Client σύστημα. Ο web server στέλνει το αρχείο πακέτο προς πακέτο, και κατά την άφιξη των πακέτων στο client σύστημα, η εφαρμογή web browser αποκωδικοποιεί το περιεχόμενο του αρχείου, το οποίο είναι γραμμένο σε HTML (Hypertext Markup Language, γλώσσα χαρακτηρισμού υπερκειμένου) και το εμφανίζει κατάλληλα μορφοποιημένο στην οθόνη.

Ας δούμε λοιπόν τι συμβαίνει στην πραγματικότητα όταν συνδέεστε σ'

ένα web site:

1. Ανοίγετε την εφαρμογή web browser που χρησιμοποιείτε και πληκτρολογείτε την διεύθυνση URL `www.sybex.com`.
2. Η εφαρμογή web browser στον υπολογιστή σας δημιουργεί το πακέτο TCP/IP και το στέλνει σε έναν web server κάπου στο internet. Με άλλα λόγια, ο υπολογιστής σας στέλνει μία αίτηση στο σύστημα του web server για την υλοποίηση μιας σύνδεσης.
3. Ο web server ακούει την αίτησή σας στην θύρα 80 και επιστρέφει στο σύστημά σας ένα πακέτο με το οποίο του λέει "Εντάξει, θα υλοποιήσω μία σύνδεση μαζί σου".
4. Τώρα που έχετε σύνδεση με τον web server, ζητάτε από αυτόν να σας στείλει την αρχική του σελίδα.
5. Ο web server λαμβάνει την αίτησή σας και ανακτά το αρχείο που ζητήσατε. Το αρχείο τοποθετείται σε ένα ή περισσότερα πακέτα, ανάλογα με το μέγεθός του, και στέλνεται σ' εσάς.
6. Η εφαρμογή web browser στον υπολογιστή σας λαμβάνει τα πακέτα και στέλνει πίσω στον web server μία επιβεβαίωση για την παραλαβή τους. Εάν ο web server δεν λάβει από εσάς επιβεβαίωση για κάποια άλλα πακέτα, τα ξαναστέλνει.
7. Η εφαρμογή web browser στον υπολογιστή σας εμφανίζει τις πληροφορίες που ζητήσατε στην οθόνη καθώς λαμβάνει τα πακέτα από τον web server.

3.5.5 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΑΠΛΗΣ ΤΑΧΥΔΡΟΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (SMTP)

Το SMTP είναι το τυποποιημένο πρωτόκολλο για την μεταφορά ταχυδρομείου μεταξύ των υπολογιστών host που χρησιμοποιούν το TCP/IP και ορίζεται από τη σύσταση RFC 821.

Αν και τα μηνύματα που μεταφέρονται μέσω του SMTP έχουν συνήθως τη μορφή που ορίζεται στην RFC 822, το SMTP δεν ασχολείται με τη μορφοποίηση ή το περιεχόμενο των μηνυμάτων, εκτός από δύο εξαιρέσεις. Αυτό μπορεί να ειπωθεί ως: το SMTP χρησιμοποιεί πληροφορίες γραμμένες στο φάκελο της αλληλογραφίας (επικεφαλίδα μηνύματος), αλλά δεν εξετάζει το περιεχόμενο (σώμα μηνύματος) του φακέλου. Οι δύο εξαιρέσεις είναι οι ακόλουθες:

1. Το SMTP τυποποιεί το σύνολο χαρακτήρων του μηνύματος ως 7-bit ASCII.
2. Το SMTP προσθέτει πληροφορίες καταγραφής στην αρχή του παραδοθέντος μηνύματος οι οποίες δείχνουν τη διαδρομή που ακολούθησε το μήνυμα.

Το πρωτόκολλο SMTP χρησιμοποιείται για να μεταφέρει ένα μήνυμα από τον αποστολέα SMTP στο δέκτη SMTP μέσω μιας σύνδεσης TCP. Το SMTP επιχειρεί να παρέχει αξιόπιστη λειτουργία αλλά δεν εγγυάται την

ανάκτηση χαμένων μηνυμάτων. Δεν επιστρέφεται επιβεβαίωση λήψης στον αποστολέα ενός μηνύματος ότι ένα μήνυμα παραδόθηκε επιτυχώς στον παραλήπτη του. Επίσης, δεν παρέχεται εγγύηση για επιστροφή ένδειξης σφάλματος. Εντούτοις, το σύστημα αποστολής /λήψης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που βασίζεται στο SMTP θεωρείται γενικά αξιόπιστο.

3.5.6 TELNET

Το telnet παρέχει τη δυνατότητα απομακρυσμένης πρόσβασης, η οποία επιτρέπει στον χρήστη ενός τερματικού ή προσωπικού υπολογιστή να συνδεθεί σε έναν απομακρυσμένο υπολογιστή και να τον χρησιμοποιήσει σαν να ήταν απευθείας συνδεδεμένος σε αυτόν τον υπολογιστή. Το πρωτόκολλο σχεδιάστηκε να λειτουργεί με απλά scroll - mode τερματικά. Στην πραγματικότητα το telnet είναι υλοποιημένο σε δύο τμήματα: το telnet χρήστη αλληλεπιδρά με τη μονάδα I /O του τερματικού για να επικοινωνεί με ένα τοπικό τερματικό. Μετατρέπει τα χαρακτηριστικά των ενεργών τερματικών στο πρότυπο του δικτύου και αντίθετα. Ο Server telnet αλληλεπιδρά με μία εφαρμογή, ενεργώντας ως αντιπρόσωπος του χειριστή του τερματικού με αποτέλεσμα τα απομακρυσμένα τερματικά να εμφανίζονται ως τοπικά στην εφαρμογή. Η κίνηση των τερματικών ανάμεσα στον χρήστη και τον server telnet ανταλλάσσεται μέσω μιας TCP σύνδεσης.

3.6 ΓΙΑΤΙ ΘΑ ΗΘΕΛΕ ΚΑΝΕΙΣ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙ ΤΟ TCP/IP;

Το TCP/IP έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλα πρωτόκολλα και ομάδες πρωτοκόλλων δικτύωσης. Παρακάτω παραθέτουμε ορισμένα από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η χρήση της ομάδας πρωτοκόλλων:

✚ **Ευρέως γνωστό και « ανοικτό» πρότυπο.** Το TCP/IP δεν είναι μυστικό. Δεν αποτελεί ιδιοκτησία κάποιας εταιρείας. Επειδή όλα τα στοιχεία που το αφορούν είναι δημοσιευμένα, οποιοσδήποτε μηχανικός υπολογιστών μπορεί να συντάξει ένα έγγραφο RFC με προτάσεις για την βελτίωση και τον εμπλουτισμό του.

✚ **Συμβατό με πολλαπλά διαφορετικά συστήματα υπολογιστών.** Το TCP/IP επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών συστημάτων. Μοιάζει με παγκόσμια γλώσσα που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων από διαφορετικές χώρες.

✚ **Λειτουργεί σε πολλές διαφορετικές πλατφόρμες Hardware και δικτύων.** Το TCP/IP υποστηρίζεται και μπορεί να διαμορφωθεί για σχεδόν όλες τις μορφές δικτύων που υπάρχουν.

✚ **Πρωτόκολλο με δυνατότητα δρομολόγησης.** Το TCP/IP μπορεί να υπολογίσει τη διαδρομή κάθε πακέτου δεδομένων που διακινείται στο δίκτυο. Λόγω αυτής της δυνατότητάς του, ένα δίκτυο TCP/IP μπορεί να έχει πρακτικά απεριόριστο μέγεθος.

✚ **Αξιόπιστη και αποτελεσματική παράδοση των δεδομένων.** Το TCP/IP μπορεί να εγγυηθεί τη μεταφορά δεδομένων σε ένα άλλο σύστημα.

✚ **Ένα σχήμα διευθυνσιοδότησης.** Το TCP/IP χρησιμοποιεί ένα μεμονωμένο και σχετικά απλό σχήμα διευθυνσιοδότησης. Ένας επόπτης δικτύου μπορεί να εφαρμόσει τις γνώσεις του για το TCP/IP σε οποιοδήποτε δίκτυο TCP/IP, χωρίς να χρειαστεί να μάθει ένα νέο σχήμα διευθυνσιοδότησης.

Το Internet είναι ήδη αναγκαίο εργαλείο για τις επιχειρήσεις, και σύντομα προβλέπεται να αποτελέσει επίσης απαραίτητο συστατικό κάθε σπιτιού. Πολλές επιχειρήσεις, μεγάλες ή μικρές, έχουν σύνδεση στο Internet και επιλέγουν το TCP/IP ως πρωτόκολλο για τα εσωτερικά τους δίκτυα. Καθώς όλο και περισσότεροι ιδιώτες αποκτούν σύνδεση στο Internet, οι υπολογιστές τους θα χρησιμοποιούν επίσης την ομάδα πρωτοκόλλων TCP/IP. Οι εμπορικές συνέπειες του Internet έχουν αλλάξει τη δυναμική που καθοδηγούσε όλα τα επιχειρησιακά μοντέλα.

Το TCP/IP είναι η σπάνια ομάδα πρωτοκόλλων επικοινωνίας που χρησιμοποιεί το internet. Δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί σύνδεση στο internet χωρίς τη χρήση του TCP/IP. Ανεξάρτητα από το εάν έχετε ένα δίκτυο με δύο υπολογιστές στο σπίτι σας ή ένα διαδίκτυο με 100.000 σταθμούς εργασίας στην επιχείρησή σας, το TCP/IP είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας το οποίο θα λειτουργήσει πολύ αποτελεσματικά και στις δυο περιπτώσεις. Το TCP/IP μπορεί να προσαρμοστεί σε περιβάλλοντα κάθε μεγέθους, και είναι αρκετά ισχυρό ώστε να μπορεί να συνδέει διαφορετικούς τύπους τοπικών δικτύων υπολογιστών (LAN).

Αυτοί είναι ορισμένοι από τους λόγους για τους οποίους οι επόπτες δικτύων επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν το TCP/IP στα δίκτυά τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ, Andrew S. Tanenbaum, Τρίτη έκδοση, Παπασωτηρίου, Αθήνα 2000.
- ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ & ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, William Stallings, Έκτη έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 2003.
- TCP/IP ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, Andrew G. Blank, Πρώτη Αμερικάνικη έκδοση, Εκδόσεις Μ. Γιούρδας, Αθήνα 2004.
- ΜΑΘΕΤΕ ΤΟ TCP/IP ΣΕ 24 ΩΡΕΣ, Joe Casad, Εκδόσεις Μ. Γιούρδας, Αθήνα 2004.

www.uth.gr/main/help/help-desk/internet/internet4.html

www.webopedia.com/TERM/T/TCP_IP.html

www.protocols.com/pbook/tcpip1.htm

www.de.wikipedia.org/wiki/TCP/IP