

### **Σύντομα σχόλια και παρατηρήσεις**

Οι μετρήσεις των αποτελεσμάτων και τα διαγράμματα έγιναν με ορισμένη την ταχύτητα του εικονικού modem στα 80Kbps με την βοήθεια της συνάρτησης `modem.speed(80000)`. Ορίσαμε μέσω του κώδικα να λαμβάνουμε για κάθε περίπτωση 200 πακέτα και να μετράμε του αντίστοιχους χρόνους που ζητούνται. Απο τα διαγράμματα συγκρίνοντας τα αποτελέσματα απο τις δύο συνόδους παρατηρούμε την σημαντική διαφορά που υπάρχει στους χρόνους απόκρισης καθώς και στους συνολικούς χρόνους εκτέλεσης μεταξύ των προγραμμάτων των δύο συνόδων. Θα αναφέρω οτι οι μετρήσεις των δυο συνόδων λόγο του ότι έπρεπε να ταξιδέψω έγιναν απο διαφορετικές περιοχές, με διαφορετικά modem και διαφορετικό πάροχο υπηρεσιών διαδικτύου(ISP). Επομένως θεωρώ οτι ο κύριος λόγος των σημαντικών διαφορών είναι αυτός αφού ο πάροχος(ISP), το modem καθώς και η θέση του DSLAM σχετικά με το σπίτι μας παίζουν το σημαντικότερο λόγο στην ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων μέσω του δικτύου. Επίσης στα διαγράμματα G1 στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα παρατηρούμε σχετική ομοιομορφία στις τιμές των χρόνων απόκρισης αλλα υπάρχουν και περιοχές οπου έχουμε απότομες αυξήσεις στους χρόνους. Οι περιοχές όπου η αυξηση είναι συνεχόμενη δηλαδή έχουμε αύξηση του χρόνου για περισσότερο απο ενα πακέτα στην σειρά οφείλεται κατα πάσα πιθανότητα σε καθυστερήσεις στην μεταφορά δεδομένων που έχουν να κάνουν με το ίδιο το δίκτυο ή ίσος να δημιουργούνται επειδή την συγκεκριμένη στιγμή το modem χρησιμοποιούταν και απο άλλες συσκευές (υπολογιστές) στο σπίτι. Στην εκφώνηση της εργασίας αναφέρεται επίσης οτι η ταχύτητα του εικονικού modem παρουσιάζει τυχαίες μεταβολές που μειώνουν την αρχική ταχύτητα speed κατά τυχαία χρονικά διαστήματα προσομοιώνοντας με τον τρόπο αυτόν τις χρονομεταβολές ενός πραγματικού τηλεφωνικού καναλιού επικοινωνίας υπολογιστών, επομένως ο παραπάνω παράγοντας αποτελεί και αυτός αιτία για τις τυχαίες μεταβολές στους χρόνους. Στα διαγράμματα G2 βλέπουμε τον χρόνο που θα χρειαστεί το εκάστοτε πακέτο μέχρι να σταλεί σωστά με την διαδικασία απαναποστολής του ιδιου πακέτου όσες φορές χρειαστεί και στα διαγράμματα G3 ως μία εκτίμησή για την κατανομή πιθανότητας του αριθμού επανεκπομπών φαίνεται η σχέση μεταξύ των πακέτων και των επαναλήξεων που χρειάστηκαν να κάνουν μέχρι να φτάσουν σωστά. Τέλος σε όλα τα διαγράμματα παρατηρούμε οτι ο χρόνος για την παραλλαγή ακριβώς του πρώτου πακέτου είναι μεγαλύτερος απο τον μέσο χρόνο(αναμενόμενο) κάτι το οποίο οφείλεται στο γεγονός οτι χρειάζεται αρχικά κάποιος χρόνος για τον συγχρονισμό μεταξύ του server και του modem μας.

## **Βιβλιογραφική αναφορά σχετικά με μηχανισμούς και πρωτόκολλα λειτουργίας**

### **Modem**

Η συσκευή που μετατρέπει τη σειρά των ψηφιακών δεδομένων σε αναλογικό σήμα που να μπορεί να διαδίδεται μέσω των τηλεφωνικών γραμμών και αντίστροφα, ονομάζεται modem. Το modem μεταδίδει ένα σταθερό ημιτονοειδές αναλογικό σήμα, το φέρον σήμα (carrier). Τα χαρακτηριστικά του φέροντος, δηλαδή το *πλάτος*, η *συχνότητα* και η *φάση* του μεταβάλλονται ανάλογα με την τιμή της ψηφιακής πληροφορίας (το 0 ή 1). Με άλλα λόγια γίνεται μια κωδικοποίηση του ψηφιακού σήματος σε αναλογικό σήμα, με την πληροφορία να «μεταφέρεται» μέσω του φέροντος σήματος. Το modem αναλαμβάνει στη μία άκρη τη διαμόρφωση του αναλογικού σήματος και στην άλλη την αποδιαμόρφωση του αναλογικού ήχου που λαμβάνεται, ώστε να φτάσει στον παραλήπτη-υπολογιστή η ψηφιακή πληροφορία.

### **Επαναλήπτες - Δρομολογητές - Γέφυρες**

Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για να υποστηρίξουν τα δίκτυα των υπολογιστών. Ένας επαναλήπτης (repeater) είναι μια συσκευή ενίσχυσης του σήματος που ταξιδεύει μέσα στο φυσικό μέσο δικτύωσης, για να μπορούμε να δημιουργούμε δίκτυα μεταξύ υπολογιστών που είναι απομακρυσμένοι μεταξύ τους περισσότερο απ' όσο ορίζουν οι προδιαγραφές ενός συγκεκριμένου μέσου μετάδοσης. Όσο μακρύτερο είναι π.χ. ένα καλώδιο, τόσο πέφτει η ισχύς του σήματος και χρειάζεται ενίσχυση για να μεταδοθεί σε μεγάλες αποστάσεις. Ο επαναλήπτης τοποθετείται σε τακτά διαστήματα κατά μήκος της διεύθυνσης μετάδοσης και ενισχύει το σήμα. Ο *δρομολογητής* (router) και η *γέφυρα* (bridge) φροντίζουν για τη συνένωση διαφορετικών δικτύων. Ο ρόλος τους είναι να προωθούν τα πακέτα πληροφορίας από το ένα δίκτυο στο άλλο επιλεκτικά, ανάλογα με τον υπολογιστή-προορισμό. Έτσι αποφεύγεται η άσκοπη μετάδοση πακέτων δεδομένων σε τμήματα δικτύων που είναι άσχετα με τον προορισμό.

### **Πρωτόκολλα Επικοινωνίας**

Η δικτύωση μας δίνει τη δυνατότητα διασύνδεσης υπολογιστών με διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών λογισμικού. Για να γίνει εφικτή η επικοινωνία, όλοι οι υπολογιστές και οι εφαρμογές χρησιμοποιούν το ίδιο σύνολο κανόνων και διαδικασιών για την ανταλλαγή δεδομένων. Αυτοί οι κανόνες ονομάζονται πρωτόκολλο επικοινωνίας (communication protocol). Έτσι τα δεδομένα μπορούν να αναπαρίστανται διαφορετικά σε κάθε υπολογιστή, όμως στο δίκτυο «ταξιδεύουν» έχοντας μορφή και οργάνωση κοινά αποδεκτές απ' όλους τους υπολογιστές του δικτύου. Εξαιτίας της πληθώρας διαφορετικών αρχιτεκτονικών υπολογιστών, λειτουργικών συστημάτων, εφαρμογών και τύπων δικτύων υπάρχει πολυπλοκότητα στο είδος και στο πλήθος των πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Υπάρχουν π.χ. πρωτόκολλα που ρυθμίζουν την επικοινωνία στο φυσικό μέσο διασύνδεσης, μεταξύ των καρτών δικτύου και του καλωδίου. Σε αυτά τα πρωτόκολλα δε γίνεται διάκριση μεταξύ των πληροφοριών, όλες μαζί ενσωματώνονται σε πακέτα, δηλαδή αυτοτελείς μονάδες πληροφορίας μήκους μερικών εκατοντάδων bytes που ταξιδεύουν στο δίκτυο. Τα πρωτόκολλα εξαρτώνται από την ταχύτητα του δικτύου, τον τρόπο επικοινωνίας υπολογιστή - δικτύου κλπ. Υπάρχουν όμως πρωτόκολλα ανωτέρου επιπέδου που έχουν σχέση με την επικοινωνία των εφαρμογών και

διακρίνουν τις πληροφορίες, μεταφράζοντάς τις για επεξεργασία από κάποιο πρόγραμμα. Το κάθε πρωτόκολλο έχει τη δυνατότητα να ελέγχει και να διορθώνει λάθη στο επίπεδο που ρυθμίζει.

### **Τα πιο γνωστά πρωτόκολλα επικοινωνίας είναι:**

**Xmodem/Zmodem/Ymodem/Kermit:** Απλά πρωτόκολλα επικοινωνίας για σύνδεση μέσω modem. Διαφέρουν ως προς το μέγεθος του πακέτου που χρησιμοποιείται για την αποστολή δεδομένων. Έτσι το Xmodem χρησιμοποιεί μέγεθος 128 bytes για κάθε πακέτο, το Zmodem 512 bytes και το Ymodem 1024 bytes. Το Kermit έχει πακέτα μεταβλητού μεγέθους.

**Ethernet:** Το πιο διαδεδομένο πρωτόκολλο επικοινωνίας σε τοπικά δίκτυα υπολογιστών

**Token Ring:** Πρωτόκολλο επικοινωνίας που βασίζεται στην ύπαρξη ενός ειδικού πακέτου (σκυτάλη) που ταξιδεύει μέσα στο δίκτυο. Όποιος υπολογιστής είναι ιδιοκτήτης του πακέτου, έχει τον έλεγχο του δικτύου, και μπορεί να αποστείλει δεδομένα.

**FDDI:** Πρωτόκολλο επικοινωνίας για μεγάλες ταχύτητες δικτύων με οπτικές ίνες. Χρησιμοποιείται κυρίως σε δίκτυα κορμού (backbone) που συνενώνουν μικρότερα δίκτυα Ethernet.

**ATM:** Πρωτόκολλο που υποστηρίζει πολύ μεγάλες ταχύτητες επικοινωνίας

**Frame Relay:** Άλλο ένα πρωτόκολλο υψηλών ταχυτήτων για δίκτυα κορμού.

**PowerTalk:** Πρωτόκολλο επικοινωνίας για υπολογιστές Apple Macintosh

**X.25:** Διεθνές πρότυπο για δίκτυα μεταγωγής πακέτου.

**TCP/IP:** Πρωτόκολλο περιγραφής των πακέτων που μεταδίδονται σε ένα δίκτυο. Είναι το ευρέως διαδεδομένο πρωτόκολλο στην κοινότητα του Διαδικτύου (Internet).

**IPX:** Πρωτόκολλο με λειτουργία αντίστοιχη του TCP/IP που χρησιμοποιείται σε δίκτυα Novell.

### **Η σουίτα πρωτοκόλλου TCP/IP**

Το TCP/IP είναι ένα σύνολο πρωτοκόλλων που ονομάζουμε *σουίτα* και αφορούν στη δικτύωση των υπολογιστών. Δεν πρόκειται δηλαδή για ένα πρωτόκολλο, αλλά για πολλά, τα οποία όταν συνδυαστούν αποτελούν την πεμπτούσια των σύγχρονων δικτύων υπολογιστών. Τα βασικότερα είναι Transmission Control Protocol (TCP) και το Internet Protocol (IP). Το πρώτο περιγράφει το πώς γίνεται η μετάδοση της πληροφορίας, ενώ το δεύτερο το τρόπο με τον οποίο γίνεται η διευθυνσιοδότηση των συσκευών (hosts) σε ένα δίκτυο. Υπάρχουν και άλλα πρωτόκολλα που απαρτίζουν τη σουίτα TCP/IP, αλλά αυτά τα δύο είναι με διαφορά τα σημαντικότερα. Για αυτόν το λόγο το όνομα της σουίτας προκύπτει από αυτά τα δύο πρωτόκολλα.

### **MAC Address**

Ο ρόλος της MAC address είναι η αναγνώριση του κάθε υπολογιστή με μονοσήμαντο τρόπο σε ένα δίκτυο σε φυσικό επίπεδο (physical layer - TCP/IP Layer 2). Η MAC Address ή αλλιώς Hardware Address είναι ένας 48bit αριθμός ο οποίος για κάθε κάρτα δικτύου είναι μοναδικός. Είναι κάτι σαν το serial number της κάρτας. Οι αριθμοί αυτοί μπορεί να είναι μοναδικοί σε ολόκληρο τον κόσμο και ορίζονται από τον κάθε κατασκευαστή καρτών και συσκευών δικτύων.

## **Internet Protocol(IP) και διευθυνσιοδότηση**

Η MAC Address, όπως είπαμε παραπάνω, μας δίνει την δυνατότητα να ορίσουμε μονοσήμαντα έναν υπολογιστή ή μία συσκευή σε ένα δίκτυο. Για να υπάρξει επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών σε διαφορετικά δίκτυα χρησιμοποιούμε ένα ακόμα layer, το network layer. Όπως η MAC address ορίζει μονοσήμαντα έναν υπολογιστή σε ένα δίκτυο σε Layer-2 (πχ Ethernet) έτσι η IP διεύθυνση ορίζει μονοσήμαντα έναν υπολογιστή σε ένα δίκτυο σε Layer-3 (ή network layer). Το κατεξοχήν πρωτόκολλο του Layer-3 είναι το Internet Protocol. Κάπου εδώ σημειώνουμε ότι τα περισσότερα πρωτόκολλα περιγράφηκαν κάποια χρονική στιγμή στο παρελθόν, όπου οι απαιτήσεις και η τεχνολογία ήταν σε ένα δεδομένο επίπεδο. Καθώς οι ανάγκες και οι δυνατότητες που μας δίνουν οι νέες ανακαλύψεις αυξάνουν, τα πρωτόκολλα οφείλουν κατά καιρούς να αναθεωρούνται. Έτσι, προκύπτουν οι εκδόσεις (versions) ή, αλλιώς, αναθεωρήσεις (revisions). Η έκδοση του IP που χρησιμοποιείται ευρύτατα αυτή τη στιγμή είναι η 4. Εδώ και αρκετά χρόνια (πριν το 2000) γίνεται προσπάθεια να διευρυνθεί η χρήση της 6ης έκδοσης, αλλά μέχρι σήμερα η υιοθέτησή της είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Έτσι, όταν αναφερόμαστε στον όρο IP, εννοούμε IPv4, ενώ αν είναι να αναφερθούμε στην νεότερη έκδοση λέμε ρητά IPv6. Το Internet Protocol λοιπόν ορίζει ότι μία συσκευή σε ένα δίκτυο έχει μία διεύθυνση του τύπου w.z.y.x. Αυτή η διεύθυνση ορίζεται από τον χρήστη και μπορεί να αλλάξει κατά βούληση. Όμως, όπως και με την MAC Address, η κάθε διεύθυνση IP οφείλει να είναι μοναδική σε κάθε δίκτυο.

## **Transmission Control Protocol(TCP)**

Το **TCP (Πρωτόκολλο Ελέγχου Μεταφοράς)** είναι ένα από τα κυριότερα πρωτόκολλα της Σουίτας Πρωτοκόλλων Διαδικτύου. Βρίσκεται πάνω από το IP protocol (*πρωτόκολλο IP*). Οι κύριοι στόχοι του πρωτοκόλλου TCP είναι να επιβεβαιώνεται η αξιόπιστη αποστολή και λήψη δεδομένων, επίσης να μεταφέρονται τα δεδομένα χωρίς λάθη μεταξύ του στρώματος δικτύου (network layer) και του στρώματος εφαρμογής (application layer) και, φτάνοντας στο πρόγραμμα του στρώματος εφαρμογής, να έχουν σωστή σειρά. Οι περισσότερες σύγχρονες υπηρεσίες στο Διαδίκτυο βασίζονται στο TCP. Για παράδειγμα το SMTP, το παλαιότερο (και μη-ασφαλές) Telnet, το FTP και πιο σημαντικό το HTTP, γνωστό ως υπηρεσίες World Wide Web (WWW - Παγκόσμιος Ιστός). Το TCP χρησιμοποιείται σχεδόν παντού, για αμφίδρομη επικοινωνία μέσω δικτύου. Το **TCP** προσφέρει ένα αξιόπιστο πρωτόκολλο πάνω από το IP. Εγγυάται ότι τα πακέτα θα παραδοθούν στον προορισμό τους, ότι θα φτάσουν με τη σειρά με την οποία στάλθηκαν και ότι τα περιεχόμενα των πακέτων θα φτάσουν αναλλοίωτα (δηλ. όπως στάλθηκαν). Το **TCP** δουλεύει ως εξής: το κάθε πακέτο δεδομένων αριθμείται. Ο υπολογιστής - **παραλήπτης** και ο υπολογιστής - **αποστολέας**, **αλλά όχι οι ενδιάμεσοι υπολογιστές**, παρακολουθούν τους αριθμούς των πακέτων και ανταλλάσσουν μεταξύ τους πληροφορίες. Ο παραλήπτης λαμβάνει το πρώτο πακέτο, το δεύτερο, κλπ. Σε περίπτωση που παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα στο δίκτυο είτε χαθεί κάποιο πακέτο κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, το ξαναζητάει και ο αποστολέας είναι υπεύθυνος για την αναμετάδοση του. Ο παραλήπτης ελέγχει επίσης αν το περιεχόμενο των πακέτων φτάνει σωστά. Η μέθοδος αυτή εξασφαλίζει **αξιοπιστία** και **ταχύτητα** διότι οι ενδιάμεσοι υπολογιστές δεν εκτελούν ελέγχους.