ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**Δίκτυα Υπολογιστών : 1η Σειρά Ασκήσεων**

Κωνσταντίνα Σουβατζιδάκη, 3170149  
Λυδία Αθανασίου, 3170003  
2020-21

**1. Βασικά χαρακτηριστικά των καρτών δικτύωσης:**

Η εύρεση των βασικών χαρακτηριστικών της κάρτας δικτύωσης ενός υπολογιστή με λειτουργικό σύστημα Windows 10 μπορεί να γίνει είτε μέσω του Πίνακα Ελέγχου (Control Panel\Network and Internet\Network Connections), είτε μέσω της χρήσης της εντολής ipconfig στην γραμμή εντολών. Οι παρακάτω τιμές αφορούν σύνδεση με καλώδιο Ethernet.

**1.1.** Ταχύτητα σύνδεσης = 100 Mbps

**1.2.** Διεύθυνση IP (IPv4):

* Κάρτας δικτύου (network adapter) = 192.168.2.2
* Προεπιλεγμένης πύλης (default gateway) = 192.168.2.1
* Διακομιστή DNS (DNS server) = 192.168.2.1

**1.3.** Φυσική διεύθυνση (MAC address) σε δεκαεξαδική μορφή = 80-FA-5B-25-7A-46

**1.4.** Συνδεδεμένα πρωτόκολλα δικτύωσης με την κάρτα = IPv4, DNS,DHCP, NetBIOS over TCP/IP

**1.5.** Κατασκευαστής της κάρτας δικτύωσης = Realtek

Τα παρακάτω χαρακτηριστικά βρίσκονται στον Διαχειριστή Συσκευών (Device Manager > Network Adapters > Properties του κατάλληλου adapter) των Windows 10

**1.6.** Θέση της κάρτας δικτύωσης στο PCI bus του υπολογιστή = PCI bus 1

**1.7.** Έκδοση του οδηγού (driver) της κάρτας = 10.1.505.2015  
 Ονόματα των σχετικών αρχείων = C:\WINDOWS\system32\DRIVERS\rt640x64.sys

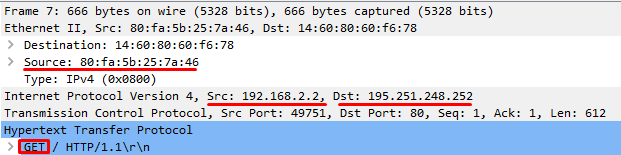
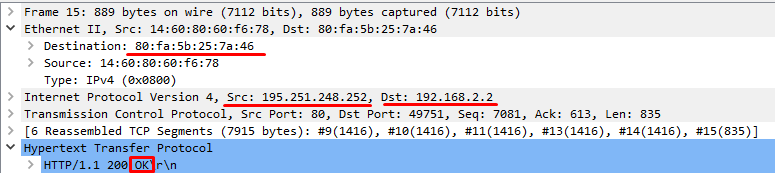
**1.8.** Διακοπή (interrupt – IRQ) που χρησιμοποιεί η κάρτα δικτύωσης (Device Manager > View > Resource by connection > Interrupt request (IRQ) ) **=** (PCI) 0xFFFFFFFC (-4)

**2. Αρχική Χρήση Αναλυτή Πρωτοκόλλων Wireshark**

**2.1** H διεύθυνση IP του εξυπηρετητή που «φιλοξενεί» το <http://grad.cs.aueb.gr/> = 195.251.248.252

**2.2** H διεύθυνση IP του υπολογιστή = 192.168.2.2

**2.3** H διεύθυνση MAC του υπολογιστή σε δεκαεξαδική μορφή; = 80-FA-5B-25-7A-46  
Παρατηρούμε ότι αυτή είναι η διεύθυνση MAC του υπολογιστή που βρέθηκε και στην Άσκηση 1 (ερώτημα 1.3)

**2.4** Ο κατασκευαστής της κάρτας δικτύου δεν εμφανίζεται σε κάποιο πεδίο κεφαλίδας που ανιχνεύει το Wireshark.

Εικόνα 2: Η αντίστοιχη απόκριση HTTP του εξυπηρετητή

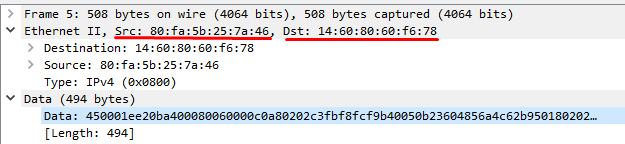
Εικόνα 1: Το πρώτο μήνυμα HTTP GET που έστειλε ο υπολογιστής

**2.5** Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για όλη την επικοινωνία του υπολογιστή με τον εξυπηρετητή, ανά επίπεδο, εμφανίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

|  |  |
| --- | --- |
| **Επίπεδο** | **Πρωτόκολλο** |
| Data Link | Ethernet II |
| Network | IPv4 |
| Transport | TCP |
| Application | HTTP |

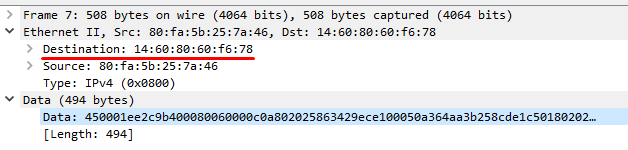
**3. Το πλαίσιο Ethernet**

**3.1** Βρίσκοντας το πλαίσιο που περιέχει το πρώτο HTTP GET, αναζητώντας με φίλτρο “GET” στα bytes των πλαισίων (Edit > Find Packet **>** Επιλογές String και Packet bytes > Find), βλέπουμε την διεύθυνση MAC του υπολογιστή μας (δηλαδή του αποστολέα) = 80-FA-5B-25-7A-46. Φαίνεται πως η διεύθυνση αυτή είναι η ίδια με τις προηγούμενες ασκήσεις.

**3.2** Η διεύθυνση MAC του προορισμού του πλαισίου με το πρώτο HTTP GET = 14-60-80-60-F6-78

Εικόνα 3: Το πλαίσιο Ethernet που περιέχει το πρώτο μήνυμα HTTP GET

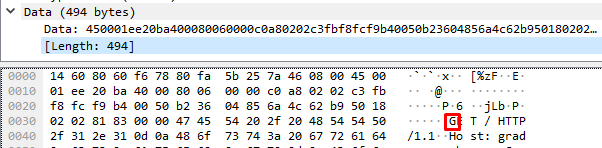
**3.3** Ξεκινάμε νέα ανίχνευση με το Wireshark και επισκεπτόμαστε την ιστοσελίδα <http://www.stjoseph.gr/> . Εντοπίζουμε το πρώτο HTTP GET και βλέπουμε την διεύθυνση MAC προορισμού. Είναι η ίδια διεύθυνση = 14-60-80-60-F6-78



Εικόνα 4: Το πλαίσιο Ethernet που περιέχει το πρώτο μήνυμα HTTP GET

**3.4** H δεκαεξαδική τιμή του πεδίου Τύπος (Type) τουπλαισίου που περιέχει το πρώτο HTTP GET είναι = 0x0800 και υποδεικνύει το πρωτόκολλο IPv4 (φαίνεται στην *Εικόνα 3*)

**3.5** Το μήκος του πλαισίου σε byte (που φαίνεται επίσης στην *Εικόνα 3*) είναι 508 bytes, ή 4064 bits.

**3.6** Επιλέγοντας το πεδίο δεδομένων του πλαισίου, εμφανίζονται στο παράθυρο με τα περιεχόμενα τα αντίστοιχα byte δεδομένων. Έτσι, επιλέγοντας το χαρακτήρα “G” της λέξης “GET” και μετρώντας τα bytes που προηγούνται, βλέπουμε πως αυτά είναι 54

Εικόνα 5: Τα byte δεδομένων του πλαισίου HTTP GET

**4. Γενικές Ερωτήσεις και Ασκήσεις**

**4.1**

Η συνολική καθυστέρηση για την αποστολή ενός πλαισίου ορίζεται ως εξής:

Συνολική καθυστέρηση (Ttotal) = Καθυστέρηση μετάδοσης (Ttrans) + Καθυστέρηση διάδοσης (Tprop)

Η καθυστέρηση διάδοσης ορίζεται ως εξής: Μήκος Ζεύξης ή Απόσταση (D) / Ταχύτητα Διάδοσης  
Όταν αυξάνεται η απόσταση μεταξύ των δύο κόμβων, δηλαδή το μήκος της ζεύξης, τότε η καθυστέρηση διάδοσης θα αυξάνεται, αφού στον λόγο απόστασης προς ταχύτητα διάδοσης θα αυξάνεται ο αριθμητής ενώ ο παρονομαστής θα μένει σταθερός, καθώς η ταχύτητα διάδοσης εξαρτάται μόνο από το φυσικό μέσο και όχι από την απόσταση. Επομένως, είναι σωστό πως η αύξηση της απόστασης, και άρα η αύξηση της καθυστέρησης διάδοσης, αυξάνει την συνολική καθυστέρηση.

Η καθυστέρηση μετάδοσης ορίζεται ως εξής: Μήκος Πλαισίου (bits) (L)/Ταχύτητα Συνδέσμου (bps) (R)  
Όταν αυξάνεται το μήκος του πλαισίου, τότε η καθυστέρηση μετάδοσης θα αυξάνεται, αφού στον λόγο μήκους πλαισίου προς ταχύτητα συνδέσμου θα αυξάνεται ο αριθμητής ενώ ο παρονομαστής θα μένει σταθερός, καθώς η ταχύτητα συνδέσμου εξαρτάται μόνο από το φυσικό μέσο και όχι από το μήκος πλαισίου. Επομένως, είναι σωστό πως η αύξηση του μήκους πλαισίου, και άρα της καθυστέρησης μετάδοσης, αυξάνει την συνολική καθυστέρηση.

**4.2**

* Ταχύτητα Συνδέσμου R = 128 Kbps
* Απόσταση D = 55 Gm (=55 \*10^9 m)
* Ταχύτητα Διάδοσης = ταχύτητα του φωτός (=3\*10^8 m/s).

**a)**Η καθυστέρηση διάδοσης θα είναι:   
Tprop = Απόσταση/Ταχύτητα Διάδοσης = 55\*10^9 m / 3\*10^8 m/s = 550 / 3 sec = 183.34 sec

Επομένως ο χρόνος RTT θα είναι:   
Round Trip Time (RTT) = 2 \* Tprop = 2 \* 183.34 sec = **366.67 sec**

**b)** Έστω Μέγεθος εικόνας (L) = 5Mbits.

Η καθυστέρηση μετάδοσης θα είναι:  
Ttrans = Μέγεθος φωτογραφίας σε bits (L) / Ταχύτητα Συνδέσμου σε bps (R) = 5 \* 10^6 bits / 128 \* 10^3 bits/sec = 5 \* 10^3 / 128 = 5000 / 128 sec = 39.06 sec

Η συνολική καθυστέρηση θα είναι:  
Ttotal = Ttrans + Tprop = 39.06 sec + 183.34 sec = **222.4025 sec**

**c)** Από την συνολική καθυστέρηση για την αποστολή μιας φωτογραφίας Ttotal, η καθυστέρηση μετάδοσης θα αποτελεί τα Ttrans / Ttotal = 39.06 / 222.4025 sec.

Σε ποσοστό επί τοις εκατό, η παραπάνω αναλογία θα είναι (39.06 \* 100) / 222.4025 = 3906 / 222.4025 = **17.56 %**

**4.3**

* Απόσταση (D) = 57,600 χιλιόμετρα = 57,600 \* 10^3 μέτρα
* Ταχύτητα επικοινωνίας = Ρυθμός μετάδοσης (R)= 10,000,000 bits/sec
* Packet Error Rate (PER) = 0 αρχικά
* Μήκος πλαισίου δεδομένων Lframe = 10,000 bits
* Μήκος πλαισίου επιβεβαίωσης Lack = 1,000 bits
* Ταχύτητα διάδοσης (ηλεκτρομαγνητικού κύματος στο κενό) = 3\*10^8 m/s.

**a)** Η απόδοση του πρωτοκόλλου Stop and Wait, όπου δεν υπάρχει παράθυρο, και με PER = 0 , μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:   
Απόδοση (Ε) = Καθυστέρηση μετάδοσης πλαισίου (Ttrans\_frame) / Συνολική καθυστέρηση (Ttotal)   
  
Η συνολική καθυστέρηση θα είναι:  
Ttotal = Ttrans\_frame + Καθυστέρηση μετάδοσης ACK(Ttrans\_ack) + 2 \* Καθυστέρηση Διάδοσης(Tprop)

Η καθυστέρηση μετάδοσης πλαισίου θα είναι:  
Ttrans\_frame = Lframe/R = 10,000 bits / 10,000,000 bits/sec = 0.001 sec = 1 msec

Η καθυστέρηση μετάδοσης επιβεβαίωσης θα είναι:  
Ttrans\_ack = Lack/R = 1,000 bits / 10,000,000 bits/sec = 0.0001 sec = 0.1 msec

Η καθυστέρηση διάδοσης θα είναι:   
Tprop = D / Ταχύτητα Διάδοσης = 57,600 \* 10^3 m / 3 \* 10 ^ 8 m/sec = 57,600 / 3 \* 10^5 = 57,600 / 300,000 = 576 / 3,000 = 0.192sec = 192 msec

Άρα: Ttotal = 1 msec + 0.1 msec +2 \* 192 msec = 385.1 msec

Επομένως, E = 1 msec / 385.1 msec = 0.002596 = **0.2596%**

**b)** Από τα πλαίσια δεδομένων τα bits πληροφορίας θα είναι: Lπληροφορίας = 10,000 – 200 = 9,800 bits

Ο ρυθμός μετάδοσης πληροφορίας θα είναι επομένως:  
Ρυθμός μετάδοσης πληροφορίας = Lπληροφορίας / Συνολική καθυστέρηση (Ttotal) = 9,800 bits / 385.1 msec = 25.4479 bits/msec = **25,447.9 bits/sec**

**c)** Το ιδανικό μέγεθος παραθύρου που θα έδινε μέγιστη απόδοση στα πρωτόκολλα Go-back-N ή Selective Repeat, με την υπόθεση ότι δεν συμβαίνουν σφάλματα, θα ισούται με τον συνολικό αριθμό πλαισίων που μπορούν να μεταδοθούν σε χρόνο όσο η συνολική καθυστέρηση αποστολής ενός πλαισίου.

Αυτός ο αριθμός πλαισίων θα είναι:  
n = Ttotal / Ttrans\_frame = 385.1 msec / 1 msec = 385.1 => **μέγεθος παραθύρου = 386 πλαίσια**

Η απόδοση του πρωτοκόλλου θα είναι 100% με αυτό το μέγεθος παραθύρου γιατί αυτός είναι ο μέγιστος αριθμός πλαισίων που μπορούν να σταλούν σε χρόνο Ttotal ,ώστε να έχουμε πλήρη αξιοποίηση του καναλιού.

Αυτό μπορεί να επαληθευτεί υπολογίζοντας την απόδοση των πρωτοκόλλων GBN και SRP, με δεδομένο πως δεν υπάρχουν σφάλματα, ως εξής:  
Ε = (Ttrans\_frame \* μέγεθος παραθύρου) / Ttotal = (1 msec \* 386) / 385.1 msec = **100%**

**d)** Έστω ότι το PER = 10^(-3) = 0.001

H απόδοση του πρωτοκόλλου Stop and Wait, όπου δεν υπάρχει παράθυρο, θα είναι:  
Ε = Ttrans\_frame / (Ttotal + Χρόνος Προθεσμίας(TO) \* p/(1-p))

Σύμφωνα με την εκφώνηση, ο χρόνος προθεσμίας είναι ίσος με το χρόνο μετάδοσης, μετάβασης και επιστροφής, δηλαδή = Ttotal.

Επομένως, Ε = 1 msec / (385.1 msec + 385.1 msec \* 0.001/0.999) = 1 / (385.1 + 0.3855) = 1 / 385.4855 = 0.002594 = **0.2594%**

**e)** Η αρίθμηση των πλαισίων και των επιβεβαιώσεων σε καθένα από τα 3 πρωτόκολλα, καθώς και οι απαιτήσεις τους σε ενταμιευτές (buffers) θα είναι ως εξής:

* Stop and Wait: Το πρωτόκολλο αυτό στέλνει τα πλαίσια με την σειρά, και στέλνει κάθε φορά το επόμενο πλαίσιο αφού επιβεβαιωθεί το προηγούμενο, επομένως δεν υπάρχει παράθυρο και αρκούν 2 αριθμοί σειράς για τα πλαίσια και τις επιβεβαιώσεις. Οι απαιτήσεις του πρωτοκόλλου σε ενταμιευτές είναι 1 στον αποστολέα, ώστε να μπορεί να επαναμεταδώσει ένα πλαίσιο εάν δεν λάβει επιβεβαίωση για αυτό, και 1 στον παραλήπτη, ώστε να μπορεί να αποθηκεύει το νεοεισερχόμενο πλαίσιο κάθε φορά.
* Go-back-N: Η απαίτηση του πρωτοκόλλου σε αριθμούς σειράς ισούται με modulo(μέγεθος παραθύρου + 1) = modulo(387), δηλαδή αρίθμηση 0,1,2,3…..,386,0,1,…. Στο πρωτόκολλο αυτό, στον παραλήπτη αποθηκεύονται μόνο πλαίσια με τη σωστή σειρά, δηλαδή χωρίς κενά στους αριθμούς ακολουθίας. Πλαίσια εκτός σειράς δεν αποθηκεύονται. Αν υπάρχουν πλαίσια εκτός σειράς, δηλαδή έχουν χαθεί πλαίσια, στέλνονται όλα τα πλαίσια του παραθύρου εκ νέου από τον αποστολέα. Επομένως, οι απαιτήσεις σε ενταμιευτές είναι N (=μέγεθος παραθύρου) = 386 στον αποστολέα, ώστε να μπορεί να επαναμεταδώσει όλο το παράθυρο, και 1 στον παραλήπτη για αποθήκευση του πλαισίου που λαμβάνει κάθε φορά , αν αυτό έχει σωστό αριθμό σειράς.
* Selective Repeat: Η απαίτηση του πρωτοκόλλου σε αριθμούς σειράς ισούται με modulo(2 \* μέγεθος παραθύρου) = modulo(772), δηλαδή αρίθμηση 0,1,2,3…..,771,0,1,…. . Οι απαιτήσεις του πρωτοκόλλου σε ενταμιευτές είναι Ν (=μέγεθος παραθύρου) = 386 τόσο στον αποστολέα, όσο και στον παραλήπτη. Ο αποστολέας χρειάζεται να αποθηκεύει όλα τα πλαίσια παραθύρου ώστε να επαναμεταδίδει μόνο τα χαμένα, και ο παραλήπτης να τα αποθηκεύει ώστε να τα τοποθετεί στην σωστή σειρά καθώς θα λαμβάνει τις επαναμεταδώσεις.

**f)** Από τα παραπάνω, το συμπέρασμα που προκύπτει είναι πως η καλύτερη επιλογή είναι η χρήση του πρωτοκόλλου Go-back-N, αφού με το κατάλληλο μέγεθος παραθύρου δίνει 100% αξιοποίηση του καναλιού, σε αντίθεση με το Stop and Wait που δίνει αξιοποίηση 0.25%. Το πλεονέκτημα του Go-back-N σε σύγκριση με το Selective Repeat, το οποίο δίνει επίσης 100% αξιοποίηση με το κατάλληλο παράθυρο, είναι ότι έχει λιγότερες απαιτήσεις σε αριθμούς σειράς και ενταμιευτές.