

1ο ΕΠΑΛ- Ε.Κ. Συκεών -Τομέας: Ηλεκτρονικής, Ηλεκτρολογίας και Αυτοματισμού
Εκπαιδευτικοί: Μπουλταδάκης Στέλιος – Μαυρίδης Κώστας

Δραστηριότητα: 15

Μάθημα: Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών

Αντικείμενο : Το Επίπεδο Μεταφοράς του μοντέλου TCP_IP.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

Το φύλλο έργου στηρίχτηκε σε πληροφορίες

1. Δίκτυα Υπολογιστών, ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ», Γ' Τάξη ΤΟΜΕΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΕΠΑ.Λ. , Κωνσταντοπούλου Μ., Ξεφτεράκης Ν., Παπαδέας Μ., Χρυσσοστόμου Γ.
2. Δίκτυα Υπολογιστών – Το Ανεπίσημο Βοήθημα, Μανώλης Κιαγιάς, MSc,01/03/2017, www.freebsdworld.gr, <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/gr/>

Στόχοι:

α) κατανόηση των απαραίτητων βασικών εννοιών του επιπέδου Μεταφοράς του μοντέλου TCP/IP που αναφέρονται στο σχολικό εγχειρίδιο στα πλαίσια της προετοιμασίας των μαθητών των επαγγελματικών λυκείων για τις Πανελλαδικές Εξετάσεις συνδυάζοντας πληροφορίες από διάφορες πηγές που αναφέρονται παραπάνω καθώς και από εργαστηριακή εξάσκηση.

Κατανόηση των όρων:

- **Προέλευση/Προορισμός:** στοιχεία που προσδιορίζουν τον Η/Υ ή τον ενδιάμεσο κόμβο ή την εφαρμογή Η/Υ ή πολλές διαφορετικές καρτέλες εφαρμογής ή το λογισμικό Εξυπηρετητή
- **τι είναι το άκρο:** από πλευράς πελάτη είναι η εφαρμογή που χρησιμοποιεί π.χ. η κάθε διαφορετική καρτέλα ενός φυλλομετρητή, το πρόγραμμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ανάμεσα σε ηλεκτρονική διεύθυνση αποστολέα (διαφορετική κάθε φορά) και παραλήπτη (διαφορετική κάθε φορά), πρόγραμμα μεταφοράς αρχείων κ.λ.π. Από πλευράς εξυπηρετητή είναι το αντίστοιχο λογισμικό που εξυπηρετεί αιτήματα html, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο κ.λ.π
- **διεργασία:** περιγράφει το στιγμιότυπο μιας εφαρμογής που εκτελείται σε έναν Η/Υ μέσα από συγκεκριμένες εντολές της εφαρμογής. Μπορούν να εκτελούνται ταυτόχρονα διαφορετικές διεργασίες σε ένα Η/Υ. Για παράδειγμα να έχουμε φορτώσει την εφαρμογή ενός φυλλομετρητή και με διαφορετικές καρτέλες να κατεβάζουμε αρχεία, να βλέπουμε ιστοσελίδες ή να παίρνουμε ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.
- **επικοινωνία από άκρο σε άκρο:** νοητή σύνδεση με χρήση κατάλληλων ετικετών (επικεφαλίδες TCP και UDP) και γίνεται με χρήση sockets. Ο όρος 'επικοινωνία από άκρο σε άκρο' σημαίνει ότι οι επικεφαλίδες του επιπέδου μεταφοράς (και του εφαρμογών) περιέχουν πληροφορίες που προέρχονται από τον Η/Υ αποστολέα απευθύνονται στα αντίστοιχα επίπεδα του Η/Υ παραλήπτη. Ενώ οι επικεφαλίδες των παρακάτω επιπέδων (Διαδικτύου , Σύνδεσης Δεδομένων) περιέχουν πληροφορίες για τους ΗΥ και routers των ενδιάμεσων κόμβων του δικτύου. Το IP datagram (αυτοδύναμο πακέτο) περιέχει μεν τις IP διευθύνσεις αποστολέα και παραλήπτη και μεταδίδεται αυτούσιο αλλά ενθυλακώνεται μέσα σε πλαίσια (με MAC διευθύνσεις) των συσκευών (switch, routers , Η/Υ) των ενδιάμεσων δικτύων.
- Η **υποδοχή (socket)** είναι μια οντότητα η οποία χρησιμοποιείται στην ανάπτυξη εφαρμογών για την επικοινωνία μεταξύ δύο άκρων πάνω σε ένα αμφίδρομο κανάλι και αντιπροσωπεύει το τερματικό σημείο που καταλήγει ή ξεκινά η μεταφορά των δεδομένων. Το socket αποτελείται από το πρωτόκολλο και τη διεύθυνσή του. Η διεύθυνση του socket ορίζεται από την διεύθυνση IP και τον

αριθμό θύρας

Socket: πρωτόκολλο(TCP ή UDP) + IP διεύθυνση του Server +Αριθμό Θύρας Προορισμού
+ IP διεύθυνση του Η/Υ +Αριθμό Θύρας Προέλευσης

Η κάθε επικοινωνία γίνεται ανάμεσα σε δύο socket (υποδοχές). Η διεύθυνση IP μας πηγαίνει μέχρι ένα συγκεκριμένο μηχάνημα ενώ οι θύρες μας οδηγούν σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή πελάτη ή εξυπηρετητή όταν έχουμε πλέον φτάσει στον προορισμό μας (συγκεκριμένη σύνδεση-socket).

Για παράδειγμα μια εφαρμογή (από το ανώτερο επίπεδο εφαρμογών) εξυπηρέτησης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου χρησιμοποιεί (βάση του προτύπου) τη θύρα TCP 25, ενώ μια αντίστοιχη εφαρμογή ανάγνωσης ιστοσελίδων τη θύρα 80. Αν οι δύο αυτές υπηρεσίες εκτελούνται στο ίδιο μηχάνημα client, όλα τα τμήματα που προωθούνται από τον client με θύρα προορισμού 25 προωθούνται σε εξυπηρετητές υπηρεσιών ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ενώ αυτά που λαμβάνονται με θύρα προορισμού 80 προωθούνται σε εξυπηρετητές ιστοσελίδων.

- Στην περίπτωση της επικοινωνίας με το πρωτόκολλο **TCP (με σύνδεση)** οι πληροφορίες αυτές εξασφαλίζουν την αξιόπιστη μετάδοση των δεδομένων με :
 - Εγκατάσταση σύνδεσης
 - Επικοινωνία με τον ΗΥ του παραλήπτη πριν ξεκινήσει η αποστολή δεδομένων και συμφωνία για τις ρυθμίσεις της επικοινωνίας (π.χ. αν απαιτείται διάσπαση πακέτων) και τις ρυθμίσεις επικοινωνίας και μετά στέλνει όλα τα πακέτα δεδομένων με τις ίδιες πληροφορίες
 - Έλεγχο ροής της πληροφορίας ώστε μια γρήγορη συσκευή να μην υπερφορτώνει μια αργή
 - Επιβεβαίωση ότι η πληροφορία έφτασε στον προορισμό της
 - Τερματισμό της σύνδεσης
 - Σε συνεννόηση με το άλλο άκρο προβαίνει σε διάσπαση του αρχικού πακέτου δεδομένων σε τμήματα (**segments**) ώστε να μην απαιτηθεί επιπλέον διάσπαση από το επίπεδο Διαδικτύου δεδομένου ότι η διάσπαση πακέτων από το επίπεδο διαδικτύου IP:
 - Μειώνει την απόδοση του δικτύου γιατί βάζει επιπλέον επικεφαλίδες στα διασπασμένα πακέτα
 - Μειώνει την αξιοπιστία της μετάδοσης γιατί μπορεί να χαθεί κάποιο πακέτο (fragment) με σημαντικές πληροφορίες που θα κάνουν αδύνατη την επανασύνθεση και θα ζητηθεί μετά από το UDP να ξαναστείλει ολόκληρο το datagram.
- Στην περίπτωση της επικοινωνίας με το πρωτόκολλο **UDP (χωρίς σύνδεση)**
 - δεν εγκαθίσταται αρχική σύνδεση με τον παραλήπτη ώστε να εξασφαλιστούν τα δεδομένα της επικοινωνίας (π.χ. έλεγχος ροής της πληροφορίας)
 - η αποστολή δεδομένων σε datagrams (επικεφαλίδα+δεδομένα) από άκρο σε άκρο γίνεται χωρίς να έχει προηγηθεί επικοινωνία με τον παραλήπτη
 - δεν γίνεται διάσπαση πακέτων από αυτό το πρωτόκολλο και η απαιτούμενη διάσπαση γίνεται από το επίπεδο διαδικτύου IP
- **PDU (protocol data unit):** Μονάδα δεδομένων (δεδομένα + επικεφαλίδα επιπέδου μοντέλου TCP/IP)
 - Επίπεδο Εφαρμογών: Δεδομένα (**data**)
 - **Επίπεδο Μεταφοράς: στο TCP** τμήμα (**segment**) και πακέτο(**packet**)
 - Επίπεδο Διαδικτύου: αυτοδύναμο πακέτο (**IP datagram**)
 - Επίπεδο Ζεύξης Δεδομένων: πλαίσιο (**frames**)
- **MTU (Maximum Transfer Unit):** είναι η μέγιστη ποσότητα σε bytes (octets) που μπορεί να μεταφερθεί από το αντίστοιχο κανάλι επικοινωνίας

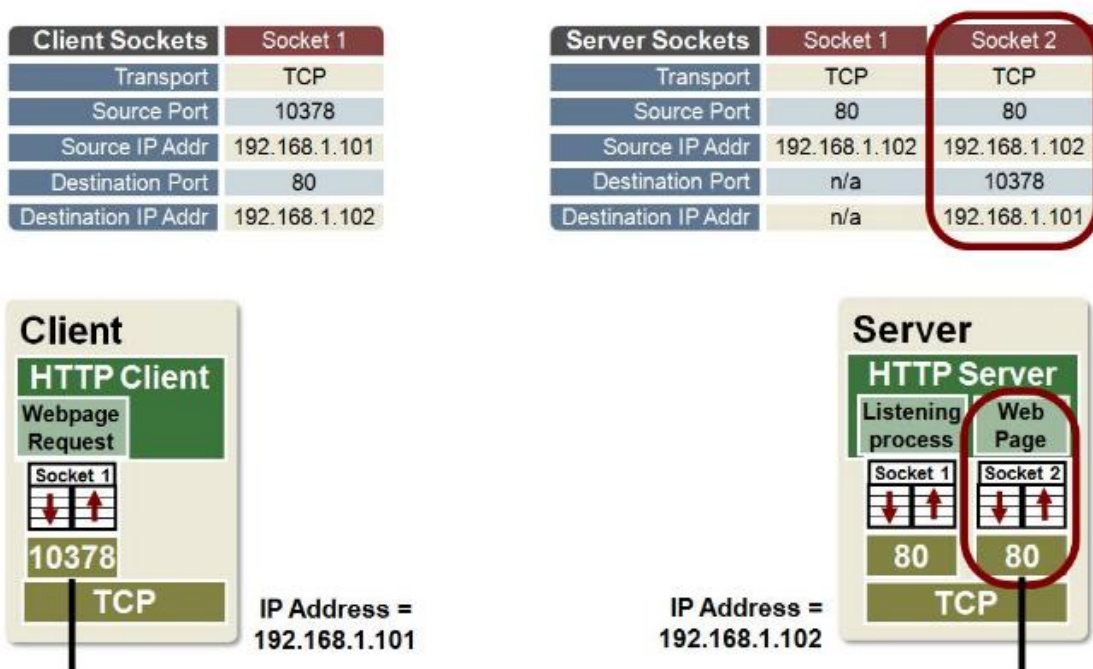
Ο Η/Υ client κάθε φορά που κάνει ένα αίτημα επικοινωνίας δημιουργεί μια **διεργασία** που περιέχει:

- ο το πρωτόκολλο,
- ο τη διεύθυνση IP προορισμού (του αντίστοιχου server) και τη θύρα προορισμού από τις στάνταρ τιμές που βλέπουμε παρακάτω π.χ. TCP 25 e-mail, 80 για ιστοσελίδες, 21,20 για μεταφορά αρχείων. Η διεύθυνση IP προορισμού δημιουργείται μέσω της υπηρεσίας DNS
- ο τη δικιά του διεύθυνση IP (προέλευσης) και ορίζει επίσης μια θύρα προέλευσης που είναι ένας τυχαίος αριθμός από το 1024-65535 και η οποία είναι διαφορετική για κάθε διαφορετική καρτέλα φυλλομετρητή, για κάθε διαφορετικό κατέβασμα ή ανέβασμα αρχείων , για κάθε διαφορετικό ηλεκτρονικό ταχυδρομείο δηλαδή για κάθε διαφορετική υπηρεσία που γίνεται από τον ίδιο client Η/Υ.

Αναλογικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι η διεύθυνση IP είναι η ταχυδρομική διεύθυνση της οικοδομής και η θύρα είναι ο αριθμός κάθε διαμερίσματος στην οικοδομή. Κάθε διαμέρισμα αντιστοιχεί και σε μια διαφορετική υποδοχή(socket).

Οπότε:

- αν ο ίδιος πελάτης (από την ίδια διεύθυνση IP) αιτηθεί δύο διαφορετικά αιτήματα ίδιου τύπου υπηρεσίας στον ίδιο εξυπηρετητή , τα τμήματα θα έχουν ίδια θύρα προορισμού αλλά διαφορετικές θύρες προέλευσης: έτσι και τα τμήματα – απαντήσεις από τον εξυπηρετητή θα μπορούν αντίστοιχα να διαχωριστούν στα αντίστοιχα αιτήματα στον πελάτη ενώ,
- αν ο ίδιος πελάτης (από την ίδια διεύθυνση IP) αιτηθεί δύο διαφορετικά αιτήματα ίδιου τύπου υπηρεσίας σε διαφορετικούς εξυπηρετητές , τα τμήματα θα έχουν ίδια θύρα προορισμού αλλά και διαφορετικές διευθύνσεις IP προορισμού. Θα έχουν την ίδια IP προέλευσης και τις ίδιες ή διαφορετικές θύρες προέλευσης. Με τον τρόπο αυτό όταν οι εξυπηρετητές απαντήσουν στα αιτήματα αυτά οι απαντήσεις θα διαχωρίζονται στην αντίστοιχη καρτέλα (π.χ. φυλλομετρητή) στον πελάτη.
- αν οι συνδέσεις προέρχονται από διαφορετικούς υπολογιστές π.χ. σε ένα τοπικό δίκτυο, δεν μπορούμε να ξεχωρίσουμε τα δεδομένα με βάση τη θύρα προέλευσης. Οι θύρες προέλευσης επιλέγονται τυχαία στους πελάτες (clients) και μπορεί διαφορετικά μηχανήματα να χρησιμοποιούν την ίδια θύρα προέλευσης. Όμως ο διαχωρισμός γίνεται πλέον μέσω της διεύθυνσης IP στο επίπεδο δικτύου.



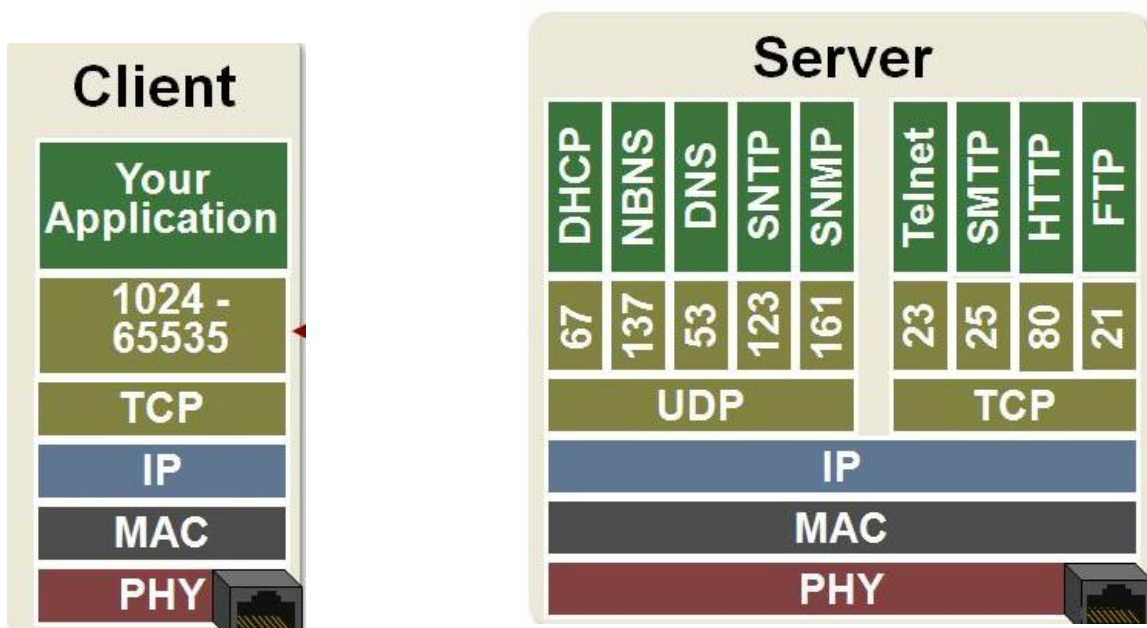
Από την ιστοσελίδα: <http://microchipdeveloper.com/tcpip:use-sockets-to-establish-a-tcp-connection>

Στον Η/Υ Εξυπηρετητή (server) , όταν το πρόγραμμα εξυπηρέτησης απαντά σε ένα πελάτη, προφανώς τα πεδία των θυρών αντιστρέφονται μεταξύ τους (η θύρα προέλευσης γίνεται προορισμού και η θύρα προορισμού γίνεται θύρα προέλευσης).

Παράδειγμα: Στον Η/Υ του σπιτιού μας (IP1) έχουμε δύο browser ανοιχτούς. Ο ένας βλέπει στο Google (IP2) website και ο άλλος στο Yahoo (IP3)website.

Διεργασία Client <-> Server	Socket on Client	Socket on Server
Η/Υ μας με Google Server	IP1 + port 10378 = source port on the client computer IP2 + port 80 = destination port on the Google server	IP2 + port 80 = source port on the Google server. IP1+ port 10378 = destination port on the client computer
Η/Υ μας με Yahoo Server	IP1 + port 60120 = source port on the client computer IP3 + port 80 = destination port on the Yahoo server	IP3 + port 80 = source port on the Yahoo server. IP1+ port 60120 = destination port on the client computer

- Ενδεικτικές Θύρες που ορίζουν συγκεκριμένες αντιστοιχούν στο μοντέλο TCP/IP. (Αναγνωρίστε τα διαφορετικά επίπεδα του μοντέλου TCP/IP)



Από τις ιστοσελίδες:

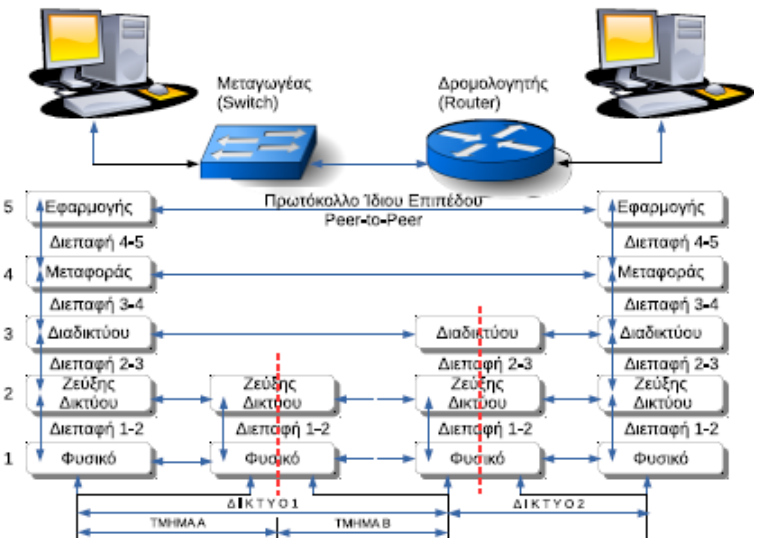
<http://microchipdeveloper.com/tcpip:ephemeral-dynamic-ports>

<http://microchipdeveloper.com/tcpip:well-known-ports>

Μοντέλο Πελάτης (client) – Εξυπηρετητής (Server)

Client Η/Υ				Server Η/Υ	
Υπηρεσία	Πρωτόκολλα	Εφαρμογή	Υποδοχή (socket)	Λογισμικό / Όνομα Server	Υποδοχή (socket)
Εύρεση πληροφοριών με μορφή ιστοσελίδων html στον Παγκόσμιο Ιστό	http, https	Mozilla, Chrome Internet Explorer, Opera	IP (client) + TCP τυχαία θύρα	Apache Server	IP (server)+ TCP 80
Μεταφορά αρχείων	ftp	Filezilla, ws_ftp, Εξερεύνηση Windows	IP (client) + TCP τυχαία θύρα	π.χ. ftp://1epal.att.sch.gr	<u>1ο στάδιο:</u> IP (server)+ TCP 21 (αυθεντικοποίηση), <u>2° στάδιο:</u> IP (server)+ TCP 20 (μεταφορά)
Απλή μεταφορά αρχείων	TFTP		IP (client) + TCP τυχαία θύρα		UDP χωρίς έλεγχο ταυτότητας
Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο	POP3:εισερχόμενη αλληλογραφία με διαγραφή από τον server	Microsoft Outlook, Mozilla Thunderbird κ.λ.π	IP (client) + TCP τυχαία θύρα	<u>Όνομα server:</u> mail.sch.gr mail.otenet.gr	IP (server)+TCP 110, 995(SSL)
	IMAP: εισερχόμενη αλληλογραφία που παραμένει στον server		IP (client) + TCP τυχαία θύρα		IP (server)+TCP 143, 993(SSL)
	SMTP: εξερχόμενη αλληλογραφία		IP (client) + TCP τυχαία θύρα	<u>Όνομα server:</u> mail.sch.gr mailgate.otenet.gr	IP (server)+TCP 25, 465 (SSL)
Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο Web		Mozilla, Chrome Internet Explorer, Opera	IP (client) + TCP τυχαία θύρα	<u>Όνομα server:</u> webmail.sch.gr mailgate.otenet.gr	

Εφαρμογής Δεδομένα data	αρχικά δεδομένα κειμένου	ετικέτα επιπέδου εφαρμογής			
		πρωτόκολλο	π.χ. e-mail προέλευσης	π.χ. e-mail προορισμού	
Μεταφοράς datagrams (ολόκληρο χωρίς fragmentation) αλλιώς μετά από διάσπαση σε TCP segments-τμήματα ή UDP packets-πακέτα	δεδομένα εφαρμογής	ετικέτα επιπέδου μεταφοράς			
		υπόλοιπα τμήματα ετικέτας TCP/UDP	θύρα προέλευσης ή επιπέδων εκδοχής της ίδιας εφαρμογής	θύρα προορισμού	
Διαδικτύου IP datagram		δεδομένα από το επίπεδο μεταφοράς			ετικέτα αυτοδύναμου πακέτου IP
		υπόλοιπα τμήματα ετικέτας πακέτου IP	IP προέλευσης	IP προορισμού	
		δεδομένα από το επίπεδο διαδικτύου			ετικέτα πλαισίου Ethernet
Ζεύξης Δεδομένων Frames -πλαισία Ethernet		υπόλοιπα τμήματα ετικέτας πλαισίου Ethernet και πίσω χαρακτήρες ελέγχου	Διεύθυνση MAC προέλευσης	Διεύθυνση MAC προορισμού	
φυσικό επίπεδο - δυαδικά ψηφία bits - ηλεκτρικά σήματα		δεδομένα από το επίπεδο ζεύξης δεδομένων - κωδικοποίηση Manchester - Ethernet			



Το αυτοδύναμο πακέτο IP που δημιουργείται από το επίπεδο διαδικτύου φτάνει ουσιαστικά χωρίς αλλαγές (αυτούσιο) από τον υπολογιστή του αποστολέα στον υπολογιστή προορισμού. Οι ενδιάμεσοι κόμβοι κάνουν μόνο μικρές αλλαγές στην επικεφαλίδα του πακέτου για διαχειριστικούς λόγους. Σε όλα τα ενδιάμεσα δίκτυα το πακέτο μπορεί να ενθυλακώνεται και να αποθυλακώνεται σε διαφορετικά πλαίσια του 2ου επιπέδου, αλλά τα πλαίσια αυτά ισχύουν κάθε φορά μόνο για το συγκεκριμένο κομμάτι του δικτύου.

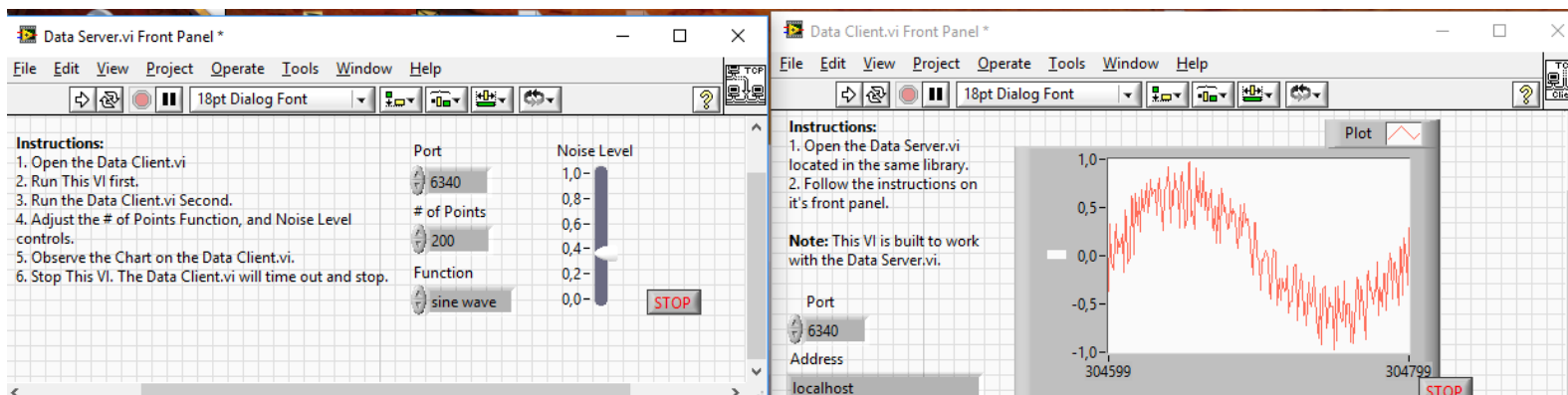
Ας θεωρήσουμε ότι το ΔΙΚΤΥΟ 1 και ΔΙΚΤΥΟ 2 είναι δύο δίκτυα Ethernet τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με το δρομολογητή. Στο ΔΙΚΤΥΟ 1, ο υπολογιστής συνδέεται μέσω ενός μεταγωγέα (Switch). Ο μεταγωγέας όπως ξέρουμε δουλεύει στο επίπεδο ζεύξης δεδομένων (μπορεί δηλ. να δει τις **φυσικές διευθύνσεις** για να αποφασίσει σε ποια κάρτα δικτύου θα στείλει ένα πλαίσιο) αλλά δεν γνωρίζει τις λογικές διευθύνσεις (διευθύνσεις IP). Ο υπολογιστής παράγει κάποια πακέτα IP τα οποία ενθυλακώνονται σε πλαίσια Ethernet και μεταδίδονται μέσω του μεταγωγέα στο δρομολογητή. Στο δρομολογητή, τα πλαίσια αποθυλακώνονται και ενθυλακώνονται ξανά σε νέα πλαίσια αυτή τη φορά για το ΔΙΚΤΥΟ 2. Το πακέτο σε όλη τη διαδρομή παρέμεινε ουσιαστικά το ίδιο, όμως αποθυλακώθηκε και ενθυλακώθηκε σε διαφορετικά πλαίσια στα δύο διαφορετικά δίκτυα.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 1^η:

Να υλοποιήσετε τις Ασκήσεις σε Εργαστηριακό Περιβάλλον που δίνονται στις σελίδες 145-150 του βιβλίου Θεωρίας «**Δίκτυα Υπολογιστών Γ' ΕΠΑΛ**»

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2^η:

- 1) Φορτώνουμε το περιβάλλον **LabView** και από την επιλογή **Find Examples/Networking/TCP & UDP** φορτώνουμε τα εικονικά όργανα **Data Server.vi** και **Data Client.vi**



- 2) Τρέχουμε και τα δύο VIs στον ίδιο Η/Υ κάνοντας τις ρυθμίσεις:
 - a. Πρώτα τρέχουμε το **Data Server.vi** ώστε να είναι σε κατάσταση **ΑΝΑΜΟΝΗΣ** όπως οι servers
 - b. Θέτουμε στο πεδίο **Address:localhost** για να δηλώσουμε ότι ο server είναι ο ίδιος Η/Υ ή βάζοντας την IP διεύθυνση του Η/Υ μας που βρήκαμε στην προηγούμενη άσκηση
 - c. Θέτουμε και στα δύο VI την ίδια **θύρα**
 - d. Τρέχουμε το **Data Client.vi** και παρατηρούμε τις κυματομορφές που στέλνει στον client.
- 3) Τρέχουμε σε δύο διαφορετικούς Η/Υ του εργαστηρίου το **Data Server.vi** βάζοντας διαφορετικούς αριθμούς θύρας. Βρίσκουμε τις αντίστοιχες διευθύνσεις IP των Η/Υ servers
- 4) Φορτώνουμε το **Data Client.vi** σε δύο άλλους Η/Υ του εργαστηρίου μας και ορίζουμε στον ένα client την διεύθυνση IP και τη θύρα του ενός server και στον άλλο client την διεύθυνση IP και τη θύρα του δεύτερου server και μετά τρέχουμε τα vis. Με αυτή την εφαρμογή ο κάθε server στέλνει μόνο σε έναν client αλλά ο κάθε client μπορεί να επιλέγει όποιο server θέλει.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ