**ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**

**ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ**

**ΔΙΚΤΥΟ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

* Δύο ή περισσότερους Υπολογιστές / Περιφερειακές συσκευές
* Με χρήση διαφόρων τύπων καλωδίων (Coaxial, UTP, Fiber Optic)
* Μέσο επικοινωνίας (χαλκός, φως, αέρας, ήχος κλπ.)
* Κάρτα δικτύου

**ΟΡΙΣΜΟΣ**

Δύο ή περισσότεροι υπολογιστές, θεωρούνται συνδεδεμένοι σε δίκτυο, όταν μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους.



**ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ**

**W**ide **A**rea **N**etwork

**M**etropolitan **A**rea **N**etwork

**L**ocal **A**rea **N**etwork

Δύο χρωματοκώδικες

1. 568 Α
2. 568 Β

Straight

Τερματικά διαφορετικού τύπου (PC->Switch, PC->Router)

Cross

Τερματικά ίδιου τύπου (PC->PC, Switch->Switch, Router->Router)

**MAC ADDRESSES**

Η MAC Address ή αλλιώς Hardware Address είναι ένας 48-bit (πλέον 64-bit) αριθμός ο οποίος για κάθε κάρτα δικτύου είναι μοναδικός. Είναι κάτι σαν το serial number της κάρτας.

Οι αριθμοί αυτοί είναι μοναδικοί σε ολόκληρο τον κόσμο και ορίζονται από τον κάθε κατασκευαστή καρτών και συσκευών δικτύων. H MAC Address αποθηκεύεται στην συσκευή από τον ίδιο τον κατασκευαστή της και δεν μπορεί να αλλάξει ποτέ.

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).

**IP ADDRESSES**

Κάθε δικτυακή συσκευή(PC, cell-phone, raspberry, printer) σε δίκτυο, έχει μια διεύθυνση ΙΡ μοναδική για το συγκεκριμένο δίκτυο.

IPv4 (Internet Protocol Version 4)

Κάθε διεύθυνση IPv4 αποτελείται από τέσσερις ομάδες αριθμών **XXX.XXX.XXX.XXX (32-bits),** με την κάθε ομάδα να μπορεί να έχει μια τιμή από 0 μέχρι 255 ή, μιλώντας σε bit, από 00000000 έως 11111111. Θεωρητικά, με αυτή τη μορφή, όλες οι διαφορετικές διευθύνσεις που θα μπορούσαν να παραχθούν, από τη 0.0.0.0 μέχρι τη 255.255.255.255 θα ήταν κάτι λιγότερο από 4.3 δισεκατομμύρια (2^32).

IPv6 (Internet Protocol Version 6)

Για να αντιμετωπιστεί η εξάντληση των διευθύνσεων IPv4, έχει αναπτυχθεί μία νέα έκδοση του πρωτοκόλλου IP, με την ονομασία IPv6. Είναι της μορφής **2001:0db8:85a3:0042:1000:8a2e:0370:7334 (128-bits),** και μπορούν με αυτή να παραχθούν πάνω από 3.4\*10^38 διαφορετικές διευθύνσεις (2^128).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Data | Application | Επίπεδο εφαρμογής  Συντονισμός εφαρμογής | Socket, HTTP, etc. |
| Segments | Transport | Επίπεδο μεταφοράς  Παράδοση πακέτων μεταξύ εφαρμογών | TCP/UDP |
| Packets | Network | Επίπεδο δικτύου  Δρομολόγηση πακέτων από πηγή σε προορισμό | IP |
| Frames | Link | Επίπεδο ζεύξης δεδομένων  Αξιόπιστη μεταφορά frames πάνω από ένα σύνδεσμο | Ethernet |
| Bits | Physical |  |  |

**ΚΛΑΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΩΝ**

Μία IP διεύθυνση χωρίζεται σε δύο τμήματα:

* Τα πρώτα N bits αποτελούν τα network bits
* Τα υπόλοιπα 32-N bits αποτελούν τα host bits.

Το πόσα bits ανήκουν στα network bits και πόσα στα host bits καθορίζεται από τη **μάσκα υποδικτύου (subnet mask).**

* Η subnet mask έχει ίδιο μήκος (32 bits) και ίδια μορφή με την IP διεύθυνση. Τα πρώτα N bits έχουν όλα τιμή 1, ενώ τα υπόλοιπα τιμή 0. Με αυτό τον τρόπο καθορίζεται ο αριθμός N και συνεπώς το σημείο στο οποίο σταματούν τα network bits της IP διεύθυνσης και αρχίζουν τα host bits.
* Ως παράδειγμα, η διεύθυνση 192.168.1.15 με μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 αναπαριστά τον host 15 στο δίκτυο 192.168.1.0. Δηλαδή, τα τρία πρώτα πεδία της διεύθυνσης προσδιορίζουν το δίκτυο, ενώ το τελευταίο πεδίο τον host.

A picture containing text, receipt, font, number

Description automatically generated

A picture containing text, font, screenshot, number

Description automatically generated

A picture containing text, screenshot, font, number

Description automatically generated

**IΔΙΩΤΙΚΕΣ IP ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ**

A picture containing text, screenshot, font, number

Description automatically generated

**ΕΥΡΕΣΗ NETWORK ADDRESS**

in binary 11000000.10101000.00000000.00000001

in binary 11111111.11111111.11111111.00000000

11000000.10101000.00000000.00000000

Network Address: 192.168.0.1

Logical AND

IP: 192.168.0.1

SUBNET MASK: 255.255.255.0

**ΕΥΡΕΣΗ BROADCAST ADDRESS**

in binary 11111111.11111111.11111111.00000000

000000000.00000000.00000000.11111111 Bit Inversion

IP in binary 11000000.10101000.00000000.00000001

11000000.10101000.00000000.11111111

Broadcast Address: 192.168.0.255

OR

IP: 192.168.0.1

SUBNET MASK: 255.255.255.0

**SUBNETTING (ΥΠΟΔΙΚΤΥΩΣΗ)**

Με αυτό τον τρόπο διευθυνσιοδότησης (κλάσεις) έχουμε κάποια μειονεκτήματα. Για παράδειγμα, αν κάποιο θέλει να καλύψει 254 κόμβους τότε θα του δοθεί διεύθυνση κατηγορίας C. Αν κάποιος θέλει να καλύψει 270 κόμβους θα του δοθεί διεύθυνση κατηγορίας B (η οποία καλύπτει μέχρι 65534 κόμβους). Άρα 65534-270 = 65264 διευθύνσεις θα μείνουν ανεκμετάλλευτες. Έχουμε ανώφελη σπατάλη διευθύνσεων.

Για να μπορέσει να ξεπεραστεί το πρόβλημα αυτό δημιουργήθηκαν τα υποδίκτυα. Τα υποδίκτυα λύνουν το πρόβλημα της επάρκειας διευθύνσεων και επιτρέπουν αποτελεσματικότερη διαχείριση. Κάθε δίκτυο κατηγορίας A, B ή C διαμοιράζεται σε μικρότερα δίκτυα που καλούνται υποδίκτυα.

H υποδικτύωση (subnetting) ουσιαστικά είναι ο διαχωρισμός ή το "σπάσιμο" ενός δικτύου σε μικρότερα. Αν δηλαδή έχουμε στην διάθεσή μας μονάχα ένα δίκτυο κλάσης C, το οποίο επιτρέπει 254 διαφορετικές διευθύνσεις και θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε 2 ή περισσότερα δίκτυα, τότε θα πρεπει να διάσπασουμε το αρχικό δικτύου σε μικρότερα υποδίκτυα.

Η υποδικτύωση είναι σαν αποτέλεσμα μιας ιεραρχίας 3-επιπέδων.

(network, subnet, host)

**A picture containing text, screenshot, font, line

Description automatically generated**

Κάθε δίκτυο (ή υποδίκτυο), δεσμεύει **ΠΑΝΤΑ** την **πρώτη** και την **τελευταία** διεύθυνση για σκοπούς διαχείρισης.

* Η **πρώτη** διεύθυνση είναι το **Network ID**, το **subnet** δηλαδή.
* Η **τελευταία** διεύθυνση είναι η **Broadcast** διεύθυνση, δηλαδή διεύθυνση μαζικής αποστολής.

**CIDR(Classless Interdomain Routing)**

Ο CIDR, είναι ένας αριθμός που δηλώνει πόσα από τα bit της IP (από αριστερά προς τα δεξιά) αποτελούν τα **network bits**. Έχει περίπου την ίδια χρήση με τη **μάσκα υποδικτύου**.

Ο CIDR, ακολουθεί τη διεύθυνση IP είναι της μορφής:

* 192.168.1.0 **/24**
* 128.0.0.0 **/16**
* 10.0.0.0 **/8**

**TCP (Transmission Control Protocol)**

* Πρωτόκολλο μεταφοράς (RFC 793 [Postel 1981]).
* Xρησιμοποιεί μόνιμες συνδέσεις (connections).
* Εξασφαλίζει αξιοπιστία με retransmissions μη- παραληφθέντων πακέτων.
* Δημιουργεί ακολουθίες (sequences): πακέτα διαιρούνται σε segments, συναρμολογούνται στο προορισμό, απορρίπτονται διπλά αντίγραφα (duplicates).
* Παρέχει έλεγχο ροής (flow control): ο παραλήπτης γνωστοποιεί το μέγεθος του input buffer (window).
* H επικοινωνία είναι full-duplex: ταυτόχρονη αποστολή / λήψη πακέτων.

**A picture containing text, screenshot, line, font

Description automatically generated**

**UDP (User Datagram Protocol)**

* Aπλό πρωτόκολλο μεταφοράς (RFC 768 [Postel 1980]).
* Δεν χρησιμοποιεί μόνιμες συνδέσεις (connectionless).
* Δεν είναι αξιόπιστο: δεν εγγυάται ότι τα datagrams θα φθάσουν στον προορισμό τους.
* Κάθε datagram έχει ένα μήκος. Συνθήκη ορθής λήψης είναι το σωστό checksum.

A picture containing text, font, screenshot, line

Description automatically generated

**TCP VS UDP**

A picture containing text, screenshot, font, line

Description automatically generated

**ΜΟΝΤΕΛΟ Client - Server**

* O βασικός τύπος δικτυακών εφαρμογών είναι *client - server*.

**A close-up of a text

Description automatically generated with low confidence**

* H σχέση server και client μπορεί να είναι many-to- many.
  + Ένας server μπορεί να εξυπηρετεί ταυτόχρονα πολλούς clients.
  + Ένας client μπορεί να επιλέξει σε ποιους servers θέλει να συνδεθεί ταυτόχρονα.

**SOCKET PAIR**

* Είναι η τετράδα[ (local IP addr, local TCP port), (foreign IP addr, foreign TCP port) ]
* Κάθε ένα από τα δύο εσωτερικά ζεύγη αποκαλείται *socket*.
* H έννοια του socket pair επεκτείνεται και στο UDP, παρόλο που είναι connectionless (χρήση των ίδιων calls: bind, connect, getpeername)
* Συμβολίζεται: {local IP . local TCP, foreign IP . foreign TCP}

**UNIX COMMANDS FOR NETSTATS**

|  |  |
| --- | --- |
| **Command** | **Λειτουργία** |
| netstat -ni | | //Πληροφορίες για τα interfaces |
| netstat -rn | | //Routing table |
| Ifconfig -a | | //Πληροφορίες για interface (λεπτομέρεια) |
| ping -s www.ntua.gr | | //Ping |
| ping -s home.netspace.com | | //Failed ping |
| traceroute www.ntua.gr | | //Traceroute |

**OSI MODEL**

Το μοντέλο OSI (Open Systems Interconnection) είναι ένα εννοιολογικό πλαίσιο που τυποποιεί τις λειτουργίες ενός συστήματος επικοινωνίας σε επτά διαφορετικά επίπεδα. Κάθε επίπεδο αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο σύνολο πρωτοκόλλων και υπηρεσιών που συνεργάζονται για να διευκολύνουν την επικοινωνία μεταξύ συσκευών σε ένα δίκτυο.

Ακολουθούν τα επτά επίπεδα του μοντέλου OSI, από το χαμηλότερο προς το υψηλότερο:

1. Φυσικό επίπεδο: Το φυσικό επίπεδο είναι υπεύθυνο για την πραγματική μετάδοση των ακατέργαστων ροών bit μέσω του φυσικού μέσου, όπως καλώδια, ηλεκτρικά σήματα ή ραδιοκύματα. Ασχολείται με πτυχές όπως τα επίπεδα τάσης, η κωδικοποίηση δεδομένων και οι φυσικοί σύνδεσμοι.

2. Στρώμα σύνδεσης δεδομένων: Το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων παρέχει αξιόπιστη και χωρίς σφάλματα μετάδοση πλαισίων δεδομένων μεταξύ γειτονικών κόμβων δικτύου μέσω ενός κοινού μέσου. Χειρίζεται εργασίες όπως η πλαισίωση, η ανίχνευση και διόρθωση σφαλμάτων, ο έλεγχος ροής και η διευθυνσιοδότηση MAC (Media Access Control).

3. Επίπεδο δικτύου: Το επίπεδο δικτύου επιτρέπει τη λογική διευθυνσιοδότηση και δρομολόγηση πακέτων δεδομένων σε πολλαπλά δίκτυα. Δημιουργεί συνδέσεις, επιλέγει την καλύτερη διαδρομή για τη μετάδοση δεδομένων και χειρίζεται πρωτόκολλα διευθυνσιοδότησης και δρομολόγησης. Το πρωτόκολλο IP (Internet Protocol) είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο επιπέδου δικτύου.

4. Στρώμα μεταφοράς: Το επίπεδο μεταφοράς εξασφαλίζει την αξιόπιστη παράδοση δεδομένων μεταξύ τελικών συστημάτων. Διαχειρίζεται την επικοινωνία από άκρο σε άκρο, την τμηματοποίηση και επανασυναρμολόγηση των δεδομένων, τον έλεγχο ροής και την αποκατάσταση σφαλμάτων. Το TCP (Transmission Control Protocol) και το UDP (User Datagram Protocol) είναι παραδείγματα πρωτοκόλλων επιπέδου μεταφοράς.

5. Στρώμα συνόδου: Το επίπεδο συνόδου δημιουργεί, διαχειρίζεται και τερματίζει συνόδους επικοινωνίας μεταξύ εφαρμογών. Χειρίζεται την εγκατάσταση, τον συγχρονισμό και τον τερματισμό συνόδου, καθώς και τον έλεγχο σημείων ελέγχου και την ανάκτηση συνόδων σε περίπτωση αποτυχίας.

6. Στρώμα παρουσίασης: Το επίπεδο παρουσίασης ασχολείται με την αναπαράσταση και τη μορφοποίηση των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ των εφαρμογών. Χειρίζεται εργασίες όπως η κρυπτογράφηση δεδομένων, η συμπίεση, η μετάφραση δεδομένων και η μετατροπή πρωτοκόλλων, διασφαλίζοντας ότι τα δεδομένα βρίσκονται σε εύχρηστη μορφή για το επίπεδο εφαρμογών.

7. Στρώμα εφαρμογής: Το επίπεδο εφαρμογής είναι το υψηλότερο επίπεδο του μοντέλου OSI και αλληλοεπιδρά άμεσα με τις εφαρμογές τελικών χρηστών. Παρέχει υπηρεσίες και πρωτόκολλα για εργασίες όπως η μεταφορά αρχείων, το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, η περιήγηση στο διαδίκτυο και άλλες λειτουργίες που αφορούν συγκεκριμένες εφαρμογές.

**A picture containing text, receipt, diagram, screenshot

Description automatically generated**

A picture containing text, diagram, plan, font

Description automatically generated

**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ARP**

ARP (Address Resolution Protocol) ή Πρωτόκολλο Μετατροπής Διευθύνσεων: Μετατρέπει τις λογικές διευθύνσεις (IP) σε φυσικές διευθύνσεις.

Σε κάθε H/Y υπάρχει ένας δυναμικός πίνακας αντιστοίχησης IP διευθύνσεων σε φυσικών-MAC διευθύνσεων (ethernet διευθύνσεις). Μόλις το πρωτόκολλο ARP λάβει μια διεύθυνση IP διερευνά τον πίνακα:

Αν βρεθεί η εγγραφή, το πρωτόκολλο επιστρέφει την αντίστοιχη φυσική διεύθυνση που υπάρχει στο πίνακα.

Αν δεν βρεθεί η εγγραφή, το πρωτόκολλο θα δημιουργήσει μια αίτηση ARP => δηλ. ένα μήνυμα σε όλους τους Η/Υ του τοπικού δικτύου με την διεύθυνση IP προορισμού. Αν μια συσκευή αναγνωρίσει την IP ως δική της, θα στείλει την φυσική της διεύθυνση ως απάντηση στην συσκευή που δημιούργησε την αίτηση. Γίνεται ενημέρωση του πίνακα

Παράδειγμα

|  |  |
| --- | --- |
| IP | MAC (Ethernet Διεύθυνση) |
| 192.168.1.10 | 10:10:10:10:10:10 |
| 192.168.1.11 | 20:20:20:20:20:20 |
| 192.168.1.12 | DD:DD:DD:DD:DD:DD |