



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

**ΤΜΗΜΑ: ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η λειτουργία των δικτύων μέσα από ένα
ολοκληρωμένο περιβάλλον εκπαίδευσης και με
τη χρήση δικτυακών συσκευών**

Λάμπρος Δημητρίου

Επιβλέπων: Σπυριδούλα Μαργαρίτη

Άρτα, Οκτώβριος, 2020

**The operation of networks through an
integrated training environment with
network devices**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Άρτα,

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Όνομα Επίθετο

τίτλος, βαθμίδα

2. Επιβλέπων καθηγητής

Όνομα Επίθετο

τίτλος, βαθμίδα

3. Επιβλέπων καθηγητής

Όνομα Επίθετο

τίτλος, βαθμίδα

Ο/Η Προϊστάμενος/η του Τμήματος

Όνομα Επίθετο,

τίτλος, βαθμίδα

Υπογραφή

© Δημητρίου Λάμπρος 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος . All Rights Reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Δημητρίου Λάμπρος

Υπογραφή

Περιεχόμενα

Περίληψη	
.....	8
Abstract	
.....	9
1 Εισαγωγή	11
2 Βασικές Έννοιες Δικτύωσης Υπολογιστών	13
2.1 Το δίκτυο	13
2.2 Ταξινόμηση δικτύων	13
2.3 Διαδίκτυο Και Υπηρεσίες	14
2.4 Transmission Control Protocol (TCP) / Internet Protocol (IP)	16
2.4.1 Τι είναι το TCP/IP	16
2.4.2 Πως δουλεύει το TCP/IP	16
2.4.3 Μοντέλο Αναφοράς OSI	17
2.5 Δρομολόγηση	19
2.5.1 Είδη Αλγόριθμων Δρομολόγησης	20
3 Switches (Μεταγωγέας)	21
3.1 Τι είναι το switch και πως λειτουργεί	21
3.2 Spanning Tree Protocol (STP)	22
3.3 Πώς λειτουργεί ένα Switch	24
3.4 Cisco Switch 2960 24 ports	37
4 Routers (Δρομολογητές)	37
4.1 Τι είναι το Router (Δρομολογητής)	37

4.2	Λειτουργίες Router (Δρομολογητή)	38
4.3	Πώς λειτουργεί ένα router	40
4.4	Βασικές λειτουργίες δρομολογητών IP	42
4.5	Protocol Entities and IP Processing in the Distributed Router Architecture (Οντότητες πρωτοκόλλου και επεξεργασία IP στην αρχιτεκτονική κατανεμημένου δρομολογητή)	44
4.6	Δρομολόγηση RIP και OSPF.....	46
4.6.1	RIP Πρωτόκολλο.....	46
4.6.2	OSPF Πρωτόκολλο.....	48
5	Σχεδιάζοντας Ένα Δίκτυο	51
5.1	Καθορισμός Στόχων	51
5.2	Ανάλυση Απαιτήσεων	53
5.3	Μελέτη Δικτύου	54
5.4	Επιλογή Δικτυακών Συσκευών	55
5.5	Επιλογή Διασύνδεσης	57
5.6	Εφαρμογή Διευθυνσιοδότησης	58
5.6.1	Υποδικτύωση	59
6	Περιπτώσεις μελέτης σχεδίασης δικτύων	60
6.1	Προστασία switch Cisco με κωδικό	60
6.2	Επαναφορά switch Cisco σε εργοστασιακές ρυθμίσεις	61
6.3	Ρύθμιση IP διευθύνσεων router Cisco	62
6.4	Σύνδεση δρομολογητή στο Internet	62
6.5	Cisco Packet Tracer	63
6.6	Σενάριο Πρώτο :Δημιουργία απλού δικτύου	64
6.7	Σενάριο Δεύτερο: Σύνδεση δύο τοπικών δικτύων με τη βοήθεια του δρομολογητή	68

6.8	Σενάριο Τρίτο: Δημιουργία δικτύου με σύνδεση δύο δρομολογητών.....	71
6.9	Σενάριο Τέταρτο: Δημιουργία δικτύου με RIP πρωτόκολλο.....	75
6.10	Σενάριο Πέμπτο: Δημιουργία δικτύου με OSPF πρωτόκολλο.....	81
6.11	Φωτογραφικό Υλικό Εργαστηρίου.....	93
Παραπομπές		95

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή μελετά τη λειτουργία των δικτύων στο 2ο και 3ο επίπεδο σύμφωνα με το μοντέλο OSI. Η μεταφορά των δεδομένων βασίζεται σε δικτυακές συσκευές όπως switch και routers. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας παρουσιάζεται η δομή και η λειτουργία αυτών των συσκευών που είναι απαραίτητες για την υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου δικτύου. Τα δεδομένα, οργανώνονται σε πακέτα ή σε πλαίσια και δρομολογούνται/προωθούνται στο δίκτυο για να φτάσουν στον προορισμό τους. Στόχος αυτής της εργασίας είναι να παρουσιάσει την λειτουργία του δικτύου μέσα από μια σειρά εκπαιδευτικών σεναρίων με τη χρήση του προσομοιωτή Packet Tracer. Τα σενάρια επικεντρώνονται σε βασικές λειτουργίες του switch και του δρομολογητή και παρατίθενται αναλυτικά η πορεία της υλοποίησής τους και οι κατάλληλες εντολές για την διαμόρφωσή τους. Τα σενάρια πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο δικτύων του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων με τη χρήση πραγματικών συσκευών. Η απεικόνιση των σεναρίων έγινε μέσω του προγράμματος της Cisco, το Cisco Packet Tracer, το οποίο προσφέρει την δυνατότητα να κατασκευαστεί ένα δίκτυο όπως κατασκευάζεται στην πραγματικότητα.

Abstract

The present dissertation studies the operation of networks at the 2nd and 3rd level according to the OSI model. Data transfer is based on network devices such as switches and routers. In the context of this work, the structure and operation of these devices that are necessary for the implementation of an integrated network are presented. The data is organized in packages or frameworks and routed / forwarded on the network to reach their destination. The aim of this work is to present the operation of the network through a series of training scenarios using the Packet Tracer simulator. The scenarios focus on basic functions of the switch and the router and the course of their implementation and the appropriate commands for their configuration are presented in detail. The scripts were made in the networking laboratory of the Department of Informatics and Telecommunications of the University of Ioannina using real devices. The scripts were visualized through Cisco software, Cisco Packet Tracer, which offers the ability to build a network as it is actually built.



*"Η λειτουργία των δικτύων
μέσα από ένα ολοκληρωμένο
περιβάλλον εκπαίδευσης και
με τη χρήση δικτυακών
συσκευών"*

**ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ
ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΚΕΥΩΝ
ΤΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗ
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΝΟΣ
ΔΙΚΤΥΟΥ**

**ΛΑΜΠΡΟΣ
ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ**

1. Εισαγωγή

Στις μέρες μας η τεχνολογία εξελίσσεται με αλματώδη ρυθμό και η ανάγκη για επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των φυσικών ή πραγματικών οντοτήτων που μετέχουν σε ένα δίκτυο καθίσταται επιτακτική για τη σωστή μεταξύ τους συνεργασία και αλληλεπίδρασης προκειμένου να διεκπεραιωθεί μια εργασία. Τα δίκτυα υπολογιστών έχουν πλέον κεντρικό ρόλο στην καθημερινότητά μας και πολλές φορές μάλιστα αποτελούν κρίσιμο παράγοντα για την λειτουργία μιας επιχείρησης είτε αυξάνοντας τα κέρδη είτε μειώνοντας τα κόστη. Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια να αποσαφηνιστούν περίπλοκοι όροι που χαρακτηρίζουν την λειτουργία των δικτύων, ενώ επιχειρείται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη διάφορων λειτουργικών δικτύων μέσα από διαφορετικά σενάρια εφαρμογής. Ο σχεδιασμός δικτύου αποτελεί μια περίπλοκη διαδικασία που απαιτεί γνώση της τρέχουσας τεχνολογίας αλλά και των συσκευών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Στο δίκτυο που υλοποιείται χρησιμοποιήθηκαν έξι router και έντεκα switch της εταιρείας Cisco, τα οποία βρίσκονται στο εργαστήριο δικτύων του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του πανεπιστημίου Ιωαννίνων, στην Άρτα. Το δίκτυο υλοποιήθηκε και δοκιμάστηκε στο εργαστήριο της σχολής. Το πρώτο σενάριο που σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε αφορά την δημιουργία ενός απλού δικτύου με δύο υπολογιστές, δύο switch και ένα router. Το δεύτερο σενάριο αφορούσε την δημιουργία ενός δικτύου με οκτώ υπολογιστές, τέσσερα switch και δύο router. Στο τρίτο σενάριο το δίκτυο περιλάμβανε έξι υπολογιστές και έξι switch συνδεδεμένα μεταξύ τους με την τεχνική mesh topology, ενώ το τέταρτο και πιο πολύπλοκο σενάριο αφορούσε οκτώ υπολογιστές και τέσσερα router. Η παρούσα εργασία δομείται ως ακολούθως: Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες δικτύωσης υπολογιστών όπου αναφέρεται για το τί είναι δίκτυο, τις ταξινομήσεις του δικτύου, τις διάφορες υπηρεσίες μέσα στο δίκτυο, καθώς και για το TCP/IP και την δρομολόγηση του δικτύου. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα switches όπου αναλύεται όλη η αρχιτεκτονική ενός switch και όλες τις δυνατότητες που μας παρέχει. Στο

τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα routers όπου αναφέρουμε τις λειτουργίες ενός router και την χρησιμότητα του. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο σχεδιασμός για ένα δίκτυο. Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρεται ο καθορισμός στόχων που χρειάζεται, η ανάλυση απαιτήσεων, η μελέτη και η κατάλληλη επιλογή συσκευών και διασύνδεσης. Τέλος στο έκτο κεφάλαιο αναφέρεται στο πρακτικό κομμάτι της εργασίας, όπου βρίσκονται διάφορες εντολές που χρησιμοποιήθηκαν για τον προγραμματισμό των συσκευών και τα σενάρια που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο.

2. Βασικές Έννοιες Δικτύωσης Υπολογιστών

2.1 Το δίκτυο

Ο όρος δίκτυο χρησιμοποιείται πολύ συχνά στις μέρες μας. Χαρακτηρίζουμε έτσι ένα οδικό δίκτυο ένα δίκτυο ηλεκτροδότησης ή ακόμα και ένα σιδηροδρομικό δίκτυο. Ορισμός του δικτύου είναι ένα σύμπλεγμα από αγωγούς, γραμμές ή δρόμους που συνδέονται μεταξύ τους με έναν τρόπο που μοιάζει με δίχτυ. Έτσι ακριβώς είναι και ένα δίκτυο υπολογιστών με το οποίο θα βασιστεί η παρούσα εργασία. Με τον όρο δίκτυα υπολογιστών αναφερόμαστε σε ένα σύνολο από δυο ή περισσότερα υπολογιστικά συστήματα που συνδέονται μεταξύ τους με σκοπό να ανταλλάσσουν δεδομένα και να μοιράζονται διάφορες συσκευές όπως εκτυπωτές, τηλεοράσεις, PDA, κινητά τηλέφωνα κ.α. Αυτόνομος θεωρείτε ένας υπολογιστής όπου δεν μπορεί να ελέγξει την λειτουργία κάποιου άλλου όπως την εκκίνηση ή τον τερματισμό του.

2.2 Ταξινόμηση δικτύων

Τα δίκτυα με βάση ορισμένα κριτήρια, όπως το φυσικό μέσο διασύνδεσής τους (ενσύρματα-ασύρματα), την τεχνολογία που χρησιμοποιούν, τον τρόπο που έχουν πρόσβαση σε αυτά (δημόσια-ιδιωτικά) αλλά και ανάλογα την γεωγραφική έκταση που καλύπτουν(τοπικά, μητροπολιτικά, ευρείας κάλυψης) ταξινομούνται με διάφορους τρόπους.

- Ασύρματα χαρακτηρίζονται τα δίκτυα τα οποία αντί για καλώδια χρησιμοποιεί ραδιοκύματα ως φορείς πληροφορίας. Τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και με συχνότητα κάθε φορά που εξαρτάται από τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων.
Ενσύρματα από την άλλη χαρακτηρίζονται τα δίκτυα τα οποία η σύνδεση μεταξύ τους γίνονται με καλώδια. Τέτοια καλώδια μπορεί να

είναι είτε ομοαξονικά καλώδια, τα χάλκινα δισύρματα καλώδια, είτε για πιο υψηλές ταχύτητες, η οπτική ίνα.

- Δημόσια δίκτυα υπολογιστών είναι τα δίκτυα τα οποία έχουν μεγάλη εμβέλεια δικτύου και τα συναντάμε συνήθως σε υποδομές μεγάλων τηλεπικοινωνιακών εταιρειών ή οργανισμών. Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα είναι ο ΟΤΕ, η Hellas Stream αλλά και διάφορες μισθωμένες γραμμές.

Ιδιωτικά δίκτυα υπολογιστών είναι συνήθως για τοπικά δίκτυα επιχειρήσεων με σκοπό την εξυπηρέτηση των αναγκών μιας επιχείρησης και την άμεση επικοινωνία μεταξύ τους.

- Τοπικά δίκτυα (LAN) χρησιμοποιούμε όταν θέλουμε να συνδέσουμε υπολογιστές σε ένα μικρής έκτασης χώρο όπως για παράδειγμα σε έναν όροφο ή ακόμα και σε ένα κτήριο και χρησιμοποιείται για να συνδέσει προσωπικούς υπολογιστές.

Μητροπολιτικό δίκτυο (MAN) μπορεί να πάρει έκταση όσο μια περιφέρεια μιας πόλης και προσφέρει υψηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων. Χαρακτηρίζεται σαν μια μεγαλύτερη εκδοχή του τοπικού δικτύου.

Ευρείας κάλυψης (WAN) χρησιμοποιείται για την κάλυψη μεγάλων γεωγραφικών περιοχών αφού μπορεί να πραγματοποιήσει την σύνδεση μεταξύ διαφορετικών πόλεων μέχρι και μίας ολόκληρης ηπείρου. Οι ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων ποικίλουν καθώς υπάρχουν και με χαμηλές και με υψηλές ταχύτητες. (Andrew, 1996)

2.3 Διαδίκτυο Και Υπηρεσίες

Το διαδίκτυο στις μέρες μας μπορεί να προσφέρει ποικίλα πράγματα στον χρήστη. Είναι αδιανόητο το τι μπορεί να κάνει κάποιος στο internet στις μέρες μας και πως μπορεί να το αξιοποιήσει. Βέβαια υπάρχουν και διάφοροι κίνδυνοι όπου μέσω του διαδικτύου ο χρήστης μπορεί να πάρει μια παράνομη εξουσία και να επιβληθεί μέσω αυτού πάνω σε έναν άλλον χρήστη. Ωστόσο με την σωστή λειτουργία του μπορούμε να τα αποφύγουμε όλα αυτά. Σημαντικές υπηρεσίες του διαδικτύου είναι:

- Η υπηρεσία ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (EMAIL). Θα μπορούσε να χαρακτηριστεί και ως η πιο διαδεδομένη υπηρεσία του διαδικτύου. Αποτελεί έναν ταχύτατο και φθηνό τρόπο επικοινωνίας σε ολόκληρο τον κόσμο καθώς μπορείς να στείλεις μηνύματα, εικόνες, αρχεία, έγγραφα κ.α. χωρίς κανένα κόστος και πιο γρήγορα από το παραδοσιακό ταχυδρομείο.
- Η υπηρεσία συζητήσεων. Είναι ακόμα μια υπηρεσία που μπορείς πάλι χωρίς κόστος να αναπτύξεις ένα θέμα σε ένα forum η οπουδήποτε αλλού, το οποίο σε προβληματίζει ή σε ενδιαφέρει και θα αποκτήσεις τις απαντήσεις που ζητάς από τους άλλους χρήστες που είτε έχουν το ίδιο πρόβλημα είτε έχουν τις κατάλληλες γνώσεις για να το επιλύσουν. Οι συζητήσεις αυτές μένουν στον ίδιο χώρο ώστε να μπορούν να τις δουν και κάποιοι μεταγενέστερα που θα αντιμετωπίσουν το ίδιο πρόβλημα η θέμα.
- Η υπηρεσία του παγκόσμιου ιστού (WWW). Χαρακτηρίζεται ως η πιο διαδεδομένη υπηρεσία του διαδικτύου καθώς παρέχει τεράστια γκάμα πληροφοριών. Η πληροφορία γίνεται στον χρήστη με την μορφή ιστοσελίδων (web pages), οι οποίες προσφέρονται σε έναν εξυπηρετητή (web server) και γίνονται ορατές μέσα από ένα πρόγραμμα (web browser) του πελάτη (client), όπως ο chrome της google.
- Η υπηρεσία μεταφοράς δεδομένων. Μέσω του πρωτοκόλλου FTP (File Transfer Protocol) τα αρχεία μπορούν να διακινηθούν στο internet και ο χρήστης να μπορεί είτε να τα κατεβάσει (download) είτε να ανεβάσει (upload) αρχεία.
- Υπηρεσία μηχανής αναζήτησης. Όπως για παράδειγμα το google που είναι ευρέως γνωστό σε όλον τον κόσμο καθώς αποτελεί την μεγαλύτερη μηχανή αναζήτησης, λειτουργούν και οι παρόμοιες μηχανές και σου δίνουν την δυνατότητα μέσα από μια βάση δεδομένων με καταγεγραμμένα στοιχεία για τις πληροφορίες στο internet, πληκτρολογώντας λέξεις κλειδιά να σου παρουσιάζει τις διευθύνσεις.
- Υπηρεσία τηλεδιάσκεψης. Πέραν της γραπτής συνομιλίας που μπορεί να γίνει είτε μέσω email που αναφέραμε πιο πάνω είτε

μέσα από κάποιο chat κοινωνικής δικτύωσης, μπορεί ο χρήστης με τον σωστό εξοπλισμό (κάμερα, μικρόφωνο) να κάνει μια τηλεδιάσκεψη η αλλιώς βιντεοκλήση και να μεταφέρει ήχο και εικόνα στον συνομιλητή του. (Peterson & Davie, 2009) (Λαμπροπούλου, 2017)

2.4 Transmission Control Protocol (TCP)/Internet Protocol (IP)

2.4.1 Τι είναι το TCP/IP

Το TCP/IP είναι ένα σύστημα πρωτοκόλλων, δηλαδή ένα σύνολο από πρωτόκολλα που υποστηρίζουν επικοινωνίες δικτύων. Το όνομα του προέρχεται από την συντομογραφία των δύο κυριότερων πρωτοκόλλων της συλλογής, το transmission control protocol (πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης) και το internet protocol (πρωτόκολλο διαδικτύου). Ξεκίνησε τη δεκαετία του 1970 με τον συνδυασμό δυο τεχνολογιών. Το internet και τα τοπικά δίκτυα. Η κύριες λειτουργίες που έχει το πρωτόκολλο αυτό είναι να επιλύει προβλήματα όπως την λογική διευθυνσιοδότηση, την δρομολόγηση, την επίλυση ονομάτων, τον έλεγχο λαθών και έλεγχο ροής, και την υποστήριξη εφαρμογών.

2.4.2 Πως δουλεύει το TCP/IP

Ένα σύστημα πρωτοκόλλου TCP/IP είναι υπεύθυνο για τις παρακάτω διαδικασίες.

- Διαίρεση των μηνυμάτων σε διαχειρίσιμα τμήματα δεδομένων που θα μπορούν να περάσουν με αποτελεσματικό τρόπο από το υλικό μετάδοσης του δικτύου
- Διασύνδεση με το υλικό του προσαρμογέα δικτύου

- Διευθυνσιοδότηση όπου ο υπολογιστής αποστολής πρέπει να είναι ικανός να κατευθύνει τα δεδομένα σε έναν υπολογιστή λήψης και από την άλλη ο υπολογιστής λήψης θα πρέπει να είναι ικανός να αναγνωρίσει ένα μήνυμα που λαμβάνει.
- Δρομολόγηση των δεδομένων στο υποδίκτυο προορισμού, ακόμα και αν το υποδίκτυο προέλευσης και το υποδίκτυο προορισμού είναι ανόμοια δίκτυα
- Εκτέλεση ελέγχου λαθών, ελέγχου ροής και γνωστοποίηση, για αν υπάρξει αξιόπιστη επικοινωνία και οι υπολογιστές λήψης και αποστολής να μπορούν να προσδιορίζουν και να διορθώνουν λανθασμένες μεταδόσεις και να ελέγχουν τη ροή δεδομένων
- Αποδοχή δεδομένων από μια εφαρμογή και πέρασμα τους στο δίκτυο
- Λήψη δεδομένων από το δίκτυο και πέρασμα τους σε μια εφαρμογή.

Για να μπορέσουν να γίνουν όλα αυτά το σύστημα πρωτοκόλλου TCP/IP χωρίζεται σε διαφορετικά συστατικά όπου το καθένα από αυτά λειτουργεί ανεξάρτητα και είναι υπεύθυνο για ένα τμήμα επικοινωνίας. Το καλό με τον τμηματικό χωρισμό είναι ότι μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα το λειτουργικό του πρωτοκόλλου ανάλογα το λειτουργικό σύστημα και το υλικό που θα έχουν. (Casad, 2009)

2.4.3 Μοντέλο Αναφοράς OSI

Το μοντέλο αναφοράς OSI (Open System Interconnection) ή αλλιώς μοντέλο αναφοράς ανοιχτής διασύνδεσης συστημάτων, αναπτύχθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης ISO ως πρώτο βήμα για τη διεθνή τυποποίηση των πρωτοκόλλων στα διάφορα επίπεδα των δικτύων και ασχολείται με τη διασύνδεση ανοικτών συστημάτων. Το μοντέλο αυτό σχεδιάστηκε ώστε οι προγραμματιστές λογισμικού να έχουν διασύνδεση και ανοιχτή πρόσβαση σε πρότυπα των πρωτοκόλλων. Έχει αρκετά κοινά χαρακτηριστικά με το TCP/IP καθώς και τα δύο περιγράφονται υπό μορφή επιπέδων, καθώς σε κάθε επίπεδο

δρουν κάποια επίπεδα και συνήθως κάθε επίπεδο περιλαμβάνει περισσότερα από ένα πρωτόκολλα.

Όλες οι απαιτούμενες για την επικοινωνία λειτουργίες ομαδοποιούνται σε επτά επίπεδα. Οι λειτουργίες αυτές είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, έτσι ώστε αλλαγές σε ένα επίπεδο να μην έχουν επίδραση στα άλλα επίπεδα.

Το πρότυπο OSI περιλαμβάνει τα εξής επτά επίπεδα:

- Επίπεδο 1: Φυσικό (Physical Layer). Εδώ γίνεται η εκπομπή των bits σε ένα μέσο μεταφοράς και το αντίστροφο. Δηλαδή η λήψη των bits από ένα μέσο μεταφοράς.
- Επίπεδο 2: Σύνδεσης Δεδομένων (Data Link Layer). Βασικός σκοπός αυτού είναι να παίρνει τα δεδομένα από το φυσικό και να τα προωθεί στο ανώτερο επίπεδο, αφού πρώτα εκτελέσει μερικές ουσιώδεις λειτουργίες όπως είναι η ανίχνευση και διόρθωση σφαλμάτων. Ωστόσο το επίπεδο αυτό εκτελεί και το αντίστροφο. Δέχεται δηλαδή δεδομένα από το Network Layer και τα αποδίδει στο Physical Layer.
- Επίπεδο 3: Δικτύου (Network Layer). Το επίπεδο αυτό παρέχει τα στοιχεία για την δημιουργία, υποστήριξη και τερματισμό συνδέσεων μεταξύ συνδρομητών ενός δικτύου.
- Επίπεδο 4: Μεταφοράς (Transport Layer). Το επίπεδο μεταφοράς βελτιώνει τις υπηρεσίες δικτύου και μπορεί να παρέχει αξιόπιστη παράδοση δεδομένων, καθώς βασίζεται στους μηχανισμούς ελέγχου των λαθών των χαμηλότερων επιπέδων για να εξασφαλίσει την ακεραιότητα των δεδομένων.
- Επίπεδο 5: Συνόδου (Session Layer). Χρησιμοποιεί το Επίπεδο Μεταφοράς για να παρέχει βελτιωμένες υπηρεσίες Συνόδου όπως είναι η σύνδεση ενός χρήστη με ένα κεντρικό σταθμό.
- Επίπεδο 6: Παρουσίασης (Presentation Layer). Ασχολείται με την παράσταση της πληροφορίας από εφαρμογή σε εφαρμογή, καθώς επίσης και με την δομή των δεδομένων.
- Επίπεδο 7: Εφαρμογής (Application Layer). Στο επίπεδο εφαρμογών που είναι το ψηλότερο προς το παρόν επίπεδο του προτύπου OSI είναι

και το πλησιέστερο επίπεδο ως το χρήστη, όπου μια εφαρμογή είναι σε θέση να συνομιλεί με την άλλη.

Ωστόσο το TCP/IP είναι πιο διαδεδομένο από το OSI και αυτό γιατί όταν προσπάθησε να αναπτυχθεί, το TCP/IP χρησιμοποιούνταν ήδη από όλο το φάσμα του ακαδημαϊκού χώρου και επίσης οι πρώτες εφαρμογές που γράφτηκαν στα πλαίσια του μοντέλου ήταν πολύπλοκες. (Μαργαρίτη & Στεργίου, 2007)

2.5 Δρομολόγηση

Η δρομολόγηση είναι η διαδικασία η οποία γίνεται για τη μεταφορά ενός πακέτου στον προορισμό του. Σκοπός της δρομολόγησης είναι να προσδιορίσει τη καλύτερη διαδρομή (π.χ. σε σχέση με τον αριθμό των κόμβων ή το εύρος ζώνης ή την σχετική απόσταση) για να φτάσει το πακέτο στον προορισμό του.

Η διαδικασία της δρομολόγησης γίνεται με τη βοήθεια αλγορίθμων. Ένας αλγόριθμος δρομολόγησης λαμβάνει χώρα στο τρίτο επίπεδο (επίπεδο δικτύου) και βασίζεται σε πληροφορίες που περιέχονται στις επικεφαλίδες των πακέτων. Στην συνέχεια ελέγχει την διεύθυνση στην οποία πρέπει να αποσταλεί το πακέτο αυτό και χρησιμοποιώντας τον πίνακα δρομολόγησης προσδιορίζει που θα προωθήσει τα δεδομένα. Ο αλγόριθμος δρομολόγησης οφείλει να λαμβάνει υπόψη τις αλλαγές στην τοπολογία και την κίνηση του δικτύου.

Ο πίνακας δρομολόγησης είναι το πιο σημαντικό κομμάτι στην διαδικασία της δρομολόγησης, βρίσκεται στην μνήμη του δρομολογητή και είναι υπεύθυνο για την διεύθυνση του δικτύου προορισμού, την διεύθυνση του επόμενου δρομολογητή και την δικτυακή επαφή.

Με βάση τις πληροφορίες που θα παρθούν από τον πίνακα δρομολόγησης, μπορεί να γίνει στατική δρομολόγηση, όπου ο χρήστης πρέπει να εισάγει μη

αυτόματα τις πληροφορίες δρομολόγησης και δυναμική δρομολόγηση όπου δημιουργεί τον πίνακα δρομολόγησης δυναμικά ανάλογα με τις πληροφορίες.

2.5.1 Είδη Αλγόριθμων Δρομολόγησης

- Αλγόριθμος δρομολόγησης συντομότερης διαδρομής. Υπάρχουν πολλοί αλγόριθμοι για τον υπολογισμό της συντομότερης διαδρομής. Σκοπός των αλγορίθμων αυτών είναι να υπολογίζουν την συντομότερη διαδρομή είτε με βάση του πλήθους των κόμβων που συναντά κατά μήκος μια διαδρομή ένα πακέτο, είτε με βάση τη καθυστέρηση μετάδοσης. Ο πιο γνωστός αλγόριθμος συντομότερης διαδρομής είναι ο Dijkstra.
- Αλγόριθμος δρομολόγησης πλημμύρας. Στον συγκεκριμένο αλγόριθμο στέλνεται σε κάθε εξερχόμενη γραμμή ένα πακέτο εκτός από αυτήν που πάει. Έτσι δημιουργούνται άπειρα αντίγραφα και θα πρέπει να ληφθούν κάποια μέτρα για να ανακοπεί η πλημμύρα. Ένα τέτοιο μέτρο είναι να περιέχεται ένας μετρητής αλμάτων στην κεφαλίδα του πακέτου, ο οποίος θα έχει τιμή μικρότερη από το πλήθος των αλμάτων που χρειάζονται για να φτάσει το πακέτο στον προορισμό και για κάθε άλμα ο μετρητής θα μειώνεται κατά ένα. Έτσι όταν μηδενιστεί το πακέτο θα απορριφθεί.
- Αλγόριθμος διανυσμάτων απόστασης. Ανακαλύφθηκε από τους Bellman-Ford και θεωρείται ένας δυναμικός αλγόριθμος. Η λειτουργία του είναι πολύ απλή. Σε κάθε μια από τις συνδέσεις μεταξύ των κόμβων αναθέτει έναν αριθμό, το κόστος. Οι κόμβοι μετά στέλνουν πληροφορίες από το σημείο A στο σημείο B με βάση την διαδρομή που έχει το μικρότερο συνολικά κόστος.
- Αλγόριθμος κατάστασης συνδέσεων. Με βάση αυτού του αλγορίθμου κάθε κόμβος χρησιμοποιεί για αρχικά δεδομένα έναν χάρτη με την μορφή γράφου. Έτσι όταν γεμίσει το δίκτυο με πληροφορίες σχετικά με ποιους κόμβους μπορεί να συνδεθεί κάθε κόμβος δημιουργείται ένας χάρτης από τις πληροφορίες και αποφασίζει ανεξάρτητα την καλύτερη διαδρομή από τον εαυτό του προς κάθε άλλο κόμβο.

- Αλγόριθμος ιεραρχικής δρομολόγησης. Χρησιμοποιείται συνήθως στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, όπου για την επεξεργασία και την προώθηση δεδομένων χρησιμοποιούνται οι κόμβοι υψηλής ενέργειας ενώ για της μετρήσεις οι κόμβοι χαμηλής ενέργειας. (Casad, 2009)

3. Switches (Μεταγωγέας)

3.1 Τι είναι το switch και πως λειτουργεί

Το switch ή αλλιώς μεταγωγέας στα ελληνικά είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που χρησιμοποιείται σε δίκτυα υπολογιστών. Αποτελεί έναν συνδυασμό του Hub και της γέφυρας και μπορεί να προσφέρει ταχύτητες της τάξης των Gigabits. Στην αρχή τα βλέπαμε μόνο σε δίκτυα τύπου Ethernet ενώ σήμερα υπάρχουν και switch και για άλλου τύπου πρωτόκολλα όπως για παράδειγμα FDDI, ATM κ.α.

Υπάρχουν switches με διάφορες πόρτες (ports) σύνδεσης (πχ switch 6/8/16/24/48 ports) και η κάθε πόρτα έχει καθορισμένη ταχύτητα και πεδία συγκρούσεων. Η εισερχόμενη κίνηση από ένα σταθμό προωθείται μόνο στην κατάλληλη έξοδο έτσι δίνει την δυνατότητα κάθε πόρτα του switch να έχει καθορισμένο εύρος (bandwidth). Για την αποφυγή των συγκρούσεων σε ένα πεδίο σύγκρουσης, στο οποίο όλοι οι σταθμοί συνδέονται με ένα κοινό μέσο μετάδοσης, μόνο μια συσκευή μπορεί να μεταδίδει και το συνολικό εύρος ζώνης του δικτύου μοιράζεται μεταξύ των συσκευών.

Ακόμη μία βασική λειτουργία των switches είναι η δημιουργία πινάκων προώθησης. Έτσι όταν τα πλαίσια (frames) από έναν σταθμό μετάδοσης μεταδίδονται προς όλες τις πόρτες του switch, χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο Spanning tree για να αποφεύγει τους βρόγχους (loops), απενεργοποιώντας τις πόρτες που προσφέρουν εναλλακτικές διαδρομές στο δίκτυο, στην τυπολογία δικτύου. Χωρίς το Spanning tree θα είχαμε αλλοίωση στον πίνακα προώθησης

και τα frames θα κυκλοφορούσαν μέσα στον βρόγχο. Με αυτόν τον τρόπο το switch μειώνει την κίνηση και τις συγκρούσεις στο δίκτυο και αυξάνει την επίδοση και το εύρος ζώνης των σταθμών εργασίας.

Τα switches έχουν την δυνατότητα να εργάζονται σε δύο καταστάσεις λειτουργίας. Η πρώτη κατάσταση ονομάζεται store and forward, όπου εξετάζεται όλο το πλαίσιο και σε περίπτωση που στο πεδίο ακολουθίας ελέγχου (Frame Check Sequence FCS) υπάρχει κάποιο λάθος το πλαίσιο απορρίπτεται. Έτσι με αυτή την λειτουργία μπορεί να έχουμε καθυστέρηση στην μετάδοση αλλά δεν προωθούνται πλαίσια με λάθη στο υπόλοιπο δίκτυο. Η δεύτερη κατάσταση ονομάζεται cut-through και εξετάζει από το πλαίσιο μόνο την διεύθυνση προορισμού (destination MAC address) και προβαίνει στην προώθηση του πλαισίου. Επομένως την κάνει γρηγορότερη από την λειτουργία του store and forward. (Φελέκης, Διατάξεις Συνδέσεων Δικτύου, 2015)

3.2 Spanning Tree Protocol (STP)

Το πρωτόκολλο Spanning Tree είναι ένα πρωτόκολλο δικτύου όπου δημιουργεί μια λογική τοπολογία χωρίς δίκτυα βρόγχου για δίκτυα Ethernet. Όπως αναφέραμε και πιο πάνω, αναπτύχθηκε για να ξεπεραστούν τα προβλήματα από την ύπαρξη βρόγχων (loops) στην τυπολογία δικτύου. Ορίζεται από την προδιαγραφή IEEE 802.1d και εφευρέθηκε από την Radia Perlman ενώ εργαζόταν για την Digital Equipment Corporation. Έχει σαν σκοπό την σωστή λειτουργία του δικτύου απενεργοποιώντας στις γέφυρες, τις πόρτες που προσφέρουν εναλλακτικές διαδρομές στο δίκτυο. Όπως μπορούμε να καταλάβουμε και από το όνομα το STP δημιουργεί ένα εκτεινόμενο δέντρο μέσα σε ένα δίκτυο συνδεδεμένων γεφυρών και απενεργοποιεί τους συνδέσμους που δεν είναι μέρος του δέντρου εκτάσεως, αφήνοντας μόνο μια ενεργή διαδρομή μεταξύ δύο κόμβων του δικτύου. Χαρακτηριστικές λειτουργίες του spanning tree είναι:

- **Bridge Priority (Προτεραιότητα Γέφυρας).** Είναι η τιμή που δίνουμε στη γέφυρα και χρησιμοποιείται για να υπολογίσει ο αλγόριθμος την κορυφή (root bridge) στην ιεραρχία του δέντρου με τις γέφυρες μέσα στο δίκτυο. Εάν ορίσουμε σε μια γέφυρα την μικρότερη τιμή σε σχέση με άλλες γέφυρες, τότε το πιθανότερο είναι να εκλεγεί ως root bridge.
- **Root Bridge (Κεντρική γέφυρα).** Είναι η γέφυρα που επιλέχθηκε από τον spanning tree να βρίσκεται στην κορυφή μέσα σε ένα δίκτυο με άλλες γέφυρες. Η συγκεκριμένη γέφυρα αποτελεί σημείο αναφοράς με τις υπόλοιπες γιατί με βάση αυτού θα υπολογισθούν τα βάρη της διαδρομής. Η root bridge δεν θέτει καμία πόρτα σε κατάσταση φραγής και εάν μπορεί μια γέφυρα να επικοινωνήσει με την root γέφυρα τότε θα μπορούν όλες.
- **Path Cost (Βάρος διαδρομής).** Είναι η τιμή του βάρους που έχει ορισθεί για την πόρτα γέφυρας.
- **Designated Bridge (Καθορισμένη Γέφυρα).** Κάθε επιμέρους εσωτερικό δίκτυο (LAN) έχει μόνο μια γέφυρα που προσφέρει τη διαδρομή με το μικρότερο βάρος έως την root bridge. Αυτή η γέφυρα ονομάζεται Designated Bridge για το συγκεκριμένο LAN και όλα τα πλαίσια του LAN θα προωθούνται από την γέφυρα αυτή προς την root bridge.
- **Root Port (Κεντρική Πόρτα).** Η μοναδική πόρτα κάποιας γέφυρας που προσφέρει την πρόσβαση προς την root bridge με το μικρότερο βάρος.
- **Designated Port (Εκλεγείσα Πόρτα).** Οποιαδήποτε πόρτα, που συνδέει LAN με το μικρότερο βάρος στο μονοπάτι προς τη root bridge.
- **Root Cost (Βάρος Διαδρομής).** Προκύπτει από τα επιμέρους βάρη, που έχουν οριστεί στις πόρτες των γεφυρών (path cost) στην διαδρομή γέφυρας, μέχρι την root bridge. Κάθε πόρτα μια γέφυρας που συμμετέχει στον αλγόριθμο μπορεί να βρίσκεται σε μια από τις ακόλουθες καταστάσεις.
- **Blocking (Φραγή).** Σε αυτήν την κατάσταση η πόρτα δεν μπορεί να στείλει ή να λαμβάνει πλαίσια πλην ειδικών πλαισίων, μονάδων δεδομένων πρωτοκόλλου γέφυρας (Bridge Protocol Data Unit ,BPDUs), που δημιουργεί ο ίδιος ο αλγόριθμος προκειμένου να συγκλίνει. Στην

αρχή της λειτουργίας του όλες οι πόρτες είναι σε αυτή την κατάσταση μέχρι να εξασφαλισθεί σταδιακά τοπολογία ελεύθερη από βρόγχους.

- **Listening (Ακρόασης).** Στην κατάσταση αυτή η πόρτα είναι σε θέση να αναλύει τα πλαίσια BPDUs προκειμένου να καθορίσει, εάν θα μεταβληθεί η κατάσταση σε blocking ή forwarding
- **Learning (Εκμάθησης).** Σε αυτή την ενδιάμεση κατάσταση δημιουργούνται οι πίνακες προώθησης στις γέφυρες.
- **Forwarding (Προώθησης).** Η πόρτα γέφυρας μπορεί να λαμβάνει ή να μεταδίδει πλαίσια. (Astorino, 2010)

3.3 Πώς λειτουργεί ένα Switch

Η λειτουργία ενός switch είναι να επεξεργάζεται το frame(πλαίσιο) που λαμβάνει και προωθεί. Αυτό γίνεται με βάση τους τρεις μεθόδους μετάδοσης που έχουν βρεθεί στο τοπικό δίκτυο(LAN). Οι μέθοδοι αυτοί είναι η unicast, multicast και broadcast.

i. Επανεξέταση πλαισίων (Frame Revisited)

Για την δημιουργία ενός frame χρειαζόμαστε τρία μέρη. Την κεφαλίδα, δεδομένα και τρέιλερ. Η κεφαλίδα (header), προσδιορίζει τη διεύθυνση σύνδεσης δεδομένων του πλαισίου, τα δεδομένα(data) ή αλλιώς ωφέλιμο φορτίο, είναι δεδομένα από πρωτόκολλα ανωτέρου επιπέδου, όπως είναι τα πακέτα από το επίπεδο δικτύου, και το trailer που δηλώνει το τέλος του πλαισίου. Η διεύθυνση MAC είναι ένας μοναδικός σειριακός αριθμός που έχει εγγραφεί σε ένα δίκτυο εργασίας με σκοπό να διαφοροποιήσει την κάρτα δικτύου από όλες τις άλλες στο δίκτυο. Για να μπορέσεις να γίνεις μέλος σε οποιοδήποτε δίκτυο θα πρέπει να υπάρχει μια διεύθυνση ώστε να μπορέσουν να προσεγγιστούν οι άλλοι υπολογιστές. Υπάρχουν δύο τύποι διευθύνσεων σε ένα δίκτυο. Το λογικό δίκτυο και η φυσική διεύθυνση δεδομένων. Σε μία LAN γεφύρωση με switch μας ενδιαφέρει η φυσική διεύθυνση (διεύθυνση MAC), όπου βρίσκεται στην κορυφή του πλαισίου.

Η διεύθυνση MAC είναι η φυσική διεύθυνση της συσκευής και έχει μήκος 48bit (6bytes). Αποτελείται από δύο μέρη: το organizational unique identifier (OUI) και το Vendor Assigned. Η μορφή της MAC είναι (IPv6): 00-06-0f-08-b4-12, το OUI είναι: 00-06-0f και του vendor assigned είναι: 08-b4-12

ii. Μέθοδοι μετάδοσης (Transmission Methods)

Οι μεταδόσεις δεδομένων σε ένα LAN γίνονται στο επίπεδο ζεύξης δεδομένων και χωρίζονται σε τρεις ταξινομήσεις: unicast, multicast, broadcast. Σε κάθε τύπο μετάδοσης ένα μόνο πλαίσιο αποστέλλεται σε ένα κόμβο στο δίκτυο. Εάν το πλαίσιο πρόκειται να σταλεί σε περισσότερους από έναν κόμβους στο δίκτυο, ο αποστολέας πρέπει να στείλει μεμονωμένες ροές δεδομένων unicast σε κάθε κόμβο. Σε μια unicast μετάδοση, ένα ενιαίο πλαίσιο ή ένα πακέτο αποστέλλεται από μία πηγή σε ένα προορισμό στο δίκτυο. Σε μία multicast μετάδοση το πλαίσιο δεδομένων αντιγράφεται και αποστέλλεται σε ένα συγκεκριμένο υποσύνολο κόμβων στο δίκτυο. Σε μια broadcast μετάδοση από μία μόνο πηγή, ένα μεμονωμένο πλαίσιο δεδομένων ή ένα πακέτο αντιγράφεται και αποστέλλεται σε όλους τους κόμβους του δικτύου.

➤ Unicast

Unicast είναι μια μέθοδος μετάδοσης one-to-one στην οποία το δίκτυο μεταφέρει δεδομένα σε έναν δέκτη LAN. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον, πολλοί χρήστες ενδέχεται να ζητήσουν τις ίδιες πληροφορίες από τον ίδιο διακομιστή ταυτόχρονα, όπως ένα βίντεο κλιπ, με αποτέλεσμα τα ίδια δεδομένα να στέλνονται πολλές φορές και να επιβαρύνουν το δίκτυο.

➤ Multicast

Multicast είναι μια μέθοδος μετάδοσης one-to-many, στην οποία το δίκτυο μεταφέρει ένα μήνυμα σε πολλούς δέκτες ταυτόχρονα. Είναι παρόμοιο με τη μετάδοση broadcast, με τη διαφορά ότι το multicast κάνει αποστολή σε μία συγκεκριμένη ομάδα, ενώ το broadcast στέλνει δεδομένα προς όλους, είτε θέλουν είτε όχι. Η μαζική αποστολή δεδομένων, εξοικονομεί σημαντικό εύρος

ζώνης δικτύου επειδή το μεγαλύτερο μέρος των δεδομένων αποστέλλεται μόνο μία φορά. Τα δεδομένα ταξιδεύουν από την πηγή προς τον προορισμό μέσω καλωδίων και στη συνέχεια πολλαπλασιάζονται ή διανέμονται στα σημεία που βρίσκονται οι μεταγωγείς για να φτάσουν στους τελικούς χρήστες. Είναι πιο αποτελεσματικό από μια unicast μέθοδο στο οποίο τα δεδομένα αντιγράφονται και προωθούνται σε κάθε παραλήπτη.

➤ Broadcast

Broadcast είναι μια μέθοδος μετάδοσης one-to-all, στην οποία το δίκτυο μεταφέρει μηνύματα σε όλες τις συσκευές ταυτόχρονα. Στην broadcast μετάδοση τα μηνύματα αποστέλλονται σε κάθε κόμβο στο δίκτυο χωρίς να φιλτράρεται ή μπλοκάρεται η εκπομπή τους από έναν δρομολογητή. Οι μεταδόσεις χειρίζονται από το Πρωτόκολλο Επίλυσης Διευθύνσεων (Address Resolution Protocol, ARP) για την επίλυση διευθύνσεων όταν η θέση ενός χρήστη ή του διακομιστή δεν είναι γνωστή. Για παράδειγμα η τοποθεσία θα μπορούσε να είναι άγνωστη όταν ο πελάτης δικτύου ή ο διακομιστής συνδέεται αρχικά στο δίκτυο και αναγνωρίζεται. Ορισμένες φορές οι μεταδόσεις είναι αποτέλεσμα συσκευών δικτύου που ανακοινώνουν συνεχώς την παρουσία τους στο δίκτυο, ώστε άλλες συσκευές να μην ξεχνούν ποιος εξακολουθεί να είναι μέρος του δικτύου. Ανεξάρτητα από τον λόγο που γίνεται μια broadcast μετάδοση, η εκπομπή πρέπει να φτάσει σε όλους τους πιθανούς προορισμούς

iii. Μέγεθος Πλαισίου (Frame Size)

Το μέγεθος του πλαισίου μετριέται σε bytes και έχει ελάχιστο και μέγιστο μήκος, ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τεχνολογία. Για παράδειγμα, το ελάχιστο μέγεθος πλαισίου για ένα Ethernet LAN είναι 64 byte με έλεγχο κυκλικού πλεονασμού 4-byte (CRC), και το μέγιστο μέγεθος πλαισίου είναι 1518 byte. Το ελάχιστο / μέγιστο για ένα Ring LAN είναι 32 bytes και 16 Kilobytes (KB), αντίστοιχα.

Η γνώση των μεγεθών επιτρέπει ότι θα διασφαλιστεί η ακεραιότητα των μηνυμάτων των χρηστών και θα φτάσουν εκεί που πρέπει να πάνε γρήγορα

και με ακρίβεια. Το μέγιστο μέγεθος πλαισίου είναι επίσης γνωστό ως η μέγιστη μονάδα μετάδοσης ή MTU. Όταν ένα πακέτο φτάσει στο switch εξετάζεται αν το πακέτο είναι σωστό (πολύ μικρό-runt ή πολύ μεγάλο-giant) και αποφασίζεται αν θα προωθηθεί ή αν θα απορριφτεί λόγω του μήκους του. Όταν ένα πακέτο είναι πολύ μεγάλο (MTU) μπορεί να διασπαστεί σε μικρότερα ώστε να πραγματοποιηθεί η μετάδοση του.

iv. Μέθοδοι Εναλλαγής Επιπέδου 2

Τα switch μπορεί να υποστηρίζουν τρεις διαφορετικές μεθόδους προώθησης: store-and-forward switch, cut-through switch, και fragment-free switch. Το κάθε switch χαρακτηρίζεται από τις μεθόδους προώθησης που υποστηρίζει. Η μέθοδος Store and Forward αντιγράφει το κάθε frame στην μνήμη του switch και εκτελεί έναν κύκλο ελέγχου (CRC), ο οποίος προκαλεί μια καθυστέρηση μέχρι να πραγματοποιηθεί. Εάν δεν υπάρξει κάποιο σφάλμα, τότε το switch προωθεί το frame στην κατάλληλη θύρα. Η μέθοδος Cut Through δεν πραγματοποιεί κάποιον έλεγχο λαθών αλλά αντιγράφει στην μνήμη του Switch μόνο την MAC διεύθυνση του προορισμού, η οποία βρίσκεται στα πρώτα 6 bytes του frame, ώστε να εντοπίσει την κατάλληλη θύρα. Τέλος η μέθοδος Fragment Free, γνωστή και ως runtless switching method ελέγχει τα πρώτα 64 bytes του frame για λάθη, διότι εκεί γίνονται τα περισσότερα σφάλματα και οι περισσότερες συγκρούσεις.

➤ Store-and-forward Switching

Η αποθήκευση και προώθηση σημαίνει ότι το switch LAN αντιγράφει κάθε πλήρες πλαίσιο στους καταχωρητές της μνήμης του switch και πραγματοποιείται κυκλικός έλεγχος πλεονασμού (CRC) για σφάλματα και αν υπάρχει λάθος το πλαίσιο απορρίπτεται. Το CRC είναι μια μέθοδος ελέγχου σφαλμάτων που χρησιμοποιεί μαθηματική φόρμουλα, με βάση τον αριθμό bits (1s) στο πλαίσιο, για να προσδιοριστεί εάν το ληφθέν πλαίσιο είναι λάθος. Εάν εντοπιστεί σφάλμα CRC, το πλαίσιο απορρίπτεται και εάν το πλαίσιο είναι χωρίς σφάλματα, το switch το προωθεί στην κατάλληλη διεπαφή. Εάν το πλαίσιο δεν περιέχει σφάλματα, και δεν είναι runt ή γιγαντιαίο, το LAN switch

αναζητά τη διεύθυνση προορισμού κατά την προώθηση, ή την εναλλαγή, στον πίνακα και καθορίζει την εξερχόμενη διεπαφή. Στη συνέχεια προωθεί το πλαίσιο προς τον προορισμό του.

➤ **Store-and-Forward Switching Operation**

Τα switch αποθήκευσης και προώθησης αποθηκεύουν ολόκληρο το πλαίσιο στην εσωτερική μνήμη και το ελέγχουν για σφάλματα πριν προωθηθεί στον προορισμό του. Το store-and-forward εξασφαλίζει υψηλό επίπεδο κίνησης δικτύου χωρίς σφάλματα διότι τα άχρηστα πλαίσια δεδομένων απορρίπτονται αντί να προωθούνται στο δίκτυο. Το switch αποθήκευσης και προώθησης ελέγχει κάθε πλαίσιο που έλαβε για σφάλματα πριν το προωθήσει στο τμήμα δικτύου προορισμού του πλαισίου. Αν ένα πλαίσιο αποτύχει σε αυτήν την επιθεώρηση, το switch ρίχνει το πλαίσιο από τα buffer του και το πλαίσιο ρίχνεται μέσα στον κάδο bit. Ένα μειονέκτημα στη μέθοδο εναλλαγής αποθήκευσης και προώθησης είναι η απόδοση, επειδή το switch πρέπει να αποθηκεύσει ολόκληρο το πλαίσιο δεδομένων πριν ελέγξει για σφάλματα και προώθησης. Αυτός ο έλεγχος σφαλμάτων οδηγεί σε υψηλή καθυστέρηση delay (καθυστέρηση). Ένα άλλο μειονέκτημα στο store-and-forward είναι ότι το switch απαιτεί περισσότερη μνήμη και επεξεργαστή (κεντρική μονάδα επεξεργασίας, CPU) για την εκτέλεση της λεπτομερούς επιθεώρησης κάθε πλαισίου από εκείνη της εναλλαγής switch χωρίς θραύσματα.

➤ **Cut-Through Switching**

Με το cut-through, το LAN αλλάζει αντίγραφο στη μνήμη μόνο της διεύθυνσης MAC, η οποία βρίσκεται στα πρώτα 6 byte του πλαισίου που ακολουθείτε. Το switch αναζητά τη διεύθυνση MAC προορισμού κατά την εναλλαγή του πίνακα, καθορίζει την εξερχόμενη θύρα διασύνδεσης και προωθεί το πλαίσιο στη θέση του, μέσω της καθορισμένης θύρας switch. Ένα cut-through switch μειώνει την καθυστέρηση γιατί το switch αρχίζει να προωθεί το πλαίσιο μόλις διαβάσει τον προορισμό της διεύθυνσης MAC και καθορίζει τη θύρα εξερχόμενου switch. Αυτό ελέγχει κάθε πλαίσιο που λαμβάνει κεφαλίδα για να καθορίσει τον προορισμό πριν προχωρήσει στον προορισμό του στο δίκτυο. Τα πλαίσια με

και χωρίς σφάλματα προωθούνται σε περικοπές μέσω αλλαγών, αφήνοντας την ανίχνευση σφαλμάτων του πλαισίου στον προοριζόμενο παραλήπτη. Εάν το switch λήψης καθορίσει ότι το πλαίσιο έχει λάθος, τότε αυτό ρίχνεται στον κάδο bit όπου στη συνέχεια απορρίπτεται από το δίκτυο. Το cut-through αναπτύχθηκε για να μειώσει την καθυστέρηση στην επεξεργασία του πλαισίου, καθώς φθάνουν στο switch και προωθούνται στη θύρα του. Το switch τραβά την κεφαλίδα του πλαισίου στο buffer. Ο προορισμός και η διεύθυνση MAC καθορίζεται από το switch και αυτός προωθεί το πλαίσιο προς τα έξω στη θύρα διασύνδεσης, στον προβλεπόμενο προορισμό του. Η διακοπτόμενη μείωση, μειώνει την καθυστέρηση στο εσωτερικό του switch εάν το πλαίσιο είναι σωστό κατά τη μεταφορά, ωστόσο επίσης το switch εξακολουθεί να προωθεί και το κακό πλαίσιο. Ο προορισμός λαμβάνει αυτό το κακό πλαίσιο, ελέγχει το CRC του πλαισίου και το απορρίπτει, αναγκάζοντας την πηγή να στείλει ξανά το πλαίσιο. Αυτή η διαδικασία σπαταλά το εύρος ζώνης και, εάν συμβεί οι χρήστες του δικτύου αντιμετωπίζουν σημαντική επιβράδυνση στο δίκτυο. Σε αντίθεση με το store-and-forward switching, εμποδίζει την προώθηση σφαλloμένων πλαισίων σε όλο το δίκτυο και παρέχει ποιοτικό δίκτυο διαχείρισης (QoS) ροής κυκλοφορίας.

➤ **Cut-Through Switching Operation**

Οι cut-through switches δεν εκτελούν έλεγχο σφάλματος του πλαισίου επειδή το switch αναζητά μόνο τη διεύθυνση MAC προορισμού του πλαισίου και προωθεί το πλαίσιο στην κατάλληλη θύρα switch. Το μειονέκτημα, ωστόσο, είναι ότι τα κακά πλαίσια δεδομένων, καθώς και τα καλά πλαίσια, αποστέλλονται στους προορισμούς τους. Αυτό μπορεί να μην ακούγεται άσχημο γιατί οι περισσότερες κάρτες δικτύου κάνουν τον δικό τους έλεγχο πλαισίων από προεπιλογή για να διασφαλίσουν ότι είναι καλά δεδομένα αυτά που έλαβαν. Εάν το δίκτυο είναι καταναμεμημένο σε ομάδες εργασίας, τότε η πιθανότητα κακών πλαισίων ή συγκρούσεων μπορεί να ελαχιστοποιηθεί, με τη σειρά τους μέσω εναλλαγής μιας καλής επιλογής για το δίκτυο.

➤ **Fragment-Free Switching Operation**

Η fragment-free operation είναι επίσης γνωστή ως rundles switching και είναι ένα μείγμα του cut-through και store-and-forward switching. Η εναλλαγή χωρίς θραύσματα αναπτύχθηκε για να λύσει το πρόβλημα της καθυστερημένης σύγκρουσης. Το fragment-free λειτουργεί όπως η εναλλαγή διακοπής με εξαίρεση ότι ένα switch στη λειτουργία χωρίς θραύσματα αποθηκεύει τα πρώτα 64 byte του πλαισίου πριν κλείσει. Η μέθοδος αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως συμβιβασμός μεταξύ store-and-forward switching και cut-and-forward switching. Η μέθοδος χωρίς θραύσματα αποθηκεύει μόνο τα πρώτα 64 byte του πλαισίου γιατί τα περισσότερα σφάλματα δικτύου και συγκρούσεις συμβαίνουν κατά τη διάρκεια των πρώτων 64 byte ενός πλαισίου.

v. Μεταγωγή επιπέδου 3

Η λειτουργία του switch στο επίπεδο 3 (σύμφωνα με το μοντέλο OSI) συνδυάζει την συμπεριφορά του Switch και ενός Router, ως προς τον τρόπο χειρισμού και διαχείρισης των πακέτων. Συγκεκριμένα στο επίπεδο 3 χρησιμοποιούνται οι διευθύνσεις δικτύου αλλά και οι θύρες του switch για την προώθηση των πακέτων με βάση τη διεύθυνση του προορισμού του πακέτου. Τα switch που λειτουργούν στο επίπεδο 3 τείνουν να έχουν καλύτερη απόδοση καθώς πραγματοποιούν μεταγωγή με χρήση hardware για την επεξεργασία των πινάκων, ενώ οι δρομολογητές χρησιμοποιούν λογισμικό για να εξετάσουν τους πίνακες δρομολόγησης. Οι μεταγωγείς επιπέδου 3, επίπεδο δικτύου, (OSI Layer 3) είναι ένα παράδειγμα fragment-free λειτουργίας. Χρειάζονται περισσότερο χρόνο για την εξέταση των πακέτων και ενσωματώνουν λειτουργίες δρομολόγησης, ώστε να υπολογίσουν τον καλύτερο τρόπο αποστολής τους. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι και μεταγωγείς και δρομολογητές, ωστόσο η κύρια διαφορά τους είναι η φυσική υλοποίηση.

vi. Λειτουργία Εναλλαγής Επιπέδου3 (Layer 3 Switching Operation)

Η θεμελιώδης διαφορά μεταξύ ενός switch Layer 3 και ενός δρομολογητή είναι ότι τα switch Layer 3 έχουν βελτιστοποιήσει το υλικό που περνά την κυκλοφορία δεδομένων πιο γρήγορα από τα switch επιπέδου 2. Ωστόσο, τα

switch Layer 3 λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με τον τρόπο που μεταδίδουν την κίνηση στο Layer 3, όπως κάνει και ο δρομολογητής. Μέσα στο περιβάλλον LAN, ένα switch Layer 3 είναι συνήθως ταχύτερο από έναν δρομολογητή επειδή είναι ενσωματωμένος στην εναλλαγή υλικού.

- Ένα switch είναι μια συσκευή Layer 2 (σύνδεση δεδομένων) με φυσικές θύρες και το switch επικοινωνεί μέσω πλαισίων που είναι τοποθετημένα στο καλώδιο στο Layer 1(φυσικός).
- Ένας δρομολογητής είναι μια συσκευή Layer 3 (δίκτυο) που επικοινωνεί με άλλους δρομολογητές με τη χρήση πακέτων, τα οποία με τη σειρά τους είναι ενθυλακωμένα μέσα σε πλαίσια.

Οι δρομολογητές έχουν διεπαφή για της συνδέσεις μέσα στο δίκτυο. Για ένα δρομολογητή προς έναν δρομολογητή μέσω του Ethernet, για παράδειγμα, ο δρομολογητής απαιτεί διεπαφή Ethernet, απαιτείται σειριακή διασύνδεση για το δρομολογητή που συνδέεται σε δίκτυο ευρείας περιοχής(WAN) και απαιτείται διασύνδεση Token Ring για το δρομολογητή που συνδέεται με ένα δίκτυο Token Ring. Η βασική λειτουργία του δρομολογητή καθορίζει την καλύτερη διαδρομή δικτύου σε ένα σύνθετο δίκτυο. Ένας δρομολογητής έχει τρεις τρόπους να μάθει για τα δίκτυα και να κάνει τον προσδιορισμό σχετικά με την καλύτερη διαδρομή: μέσω τοπικά συνδεδεμένων θυρών, στατικών καταχωρίσεων διαδρομής και δυναμικά πρωτόκολλα δρομολόγησης. Ο δρομολογητής χρησιμοποιεί αυτές τις ενημερωμένες πληροφορίες για να δημιουργήσει ένα προσδιορισμό χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα δρομολόγησης. Μερικά από τα πιο κοινά προγράμματα δρομολόγησης Tocols που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν πρωτόκολλο πληροφοριών δρομολόγησης (RIP), Open Shortest Path First(OSPF), το πρωτόκολλο δρομολόγησης εσωτερικής πύλης (IGRP) και το πρωτόκολλο Border Gatewaycol (BGP). Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης χρησιμοποιούνται από τους δρομολογητές για να μοιράζονται πληροφορίες σχετικά με το δίκτυο. Οι δρομολογητές λαμβάνουν και χρησιμοποιούν τις πληροφορίες πρωτοκόλλου δρομολόγησης από άλλους δρομολογητές για να μάθουν για την κατάσταση του δικτύου. Αυτοί μπορούν να τροποποιήσουν τις πληροφορίες που λαμβάνουν από έναν δρομολογητή και προσθέτοντας τις δικές τους πληροφορίες μαζί με τις αρχικές πληροφορίες τις

προωθούν σε άλλους δρομολογητές. Με αυτόν τον τρόπο, κάθε δρομολογητής μπορεί να μοιραστεί την έκδοση του δικτύου του.

vii. Εναλλαγή Πακέτων (Packet Switching)

Οι πληροφορίες του επιπέδου 3 μεταφέρονται μέσω του δικτύου σε πακέτα. Η μέθοδος μεταφοράς αυτών των πακέτων ονομάζεται εναλλαγή πακέτων.

Το πλαίσιο Ethernet περιέχει μια διεύθυνση MAC και έναν προορισμό διεύθυνσης MAC. Το πακέτο IP εντός του πλαισίου περιέχει μια διεύθυνση IP (διεύθυνση επιπέδου δικτύου TCP / IP) και έναν προορισμό διεύθυνσης IP επιπέδου δικτύου. Ο δρομολογητής διατηρεί έναν πίνακα δρομολόγησης των διαδρομών του δικτύου που έχει μάθει και εξετάζει τη διεύθυνση IP προορισμού επιπέδου δικτύου του πακέτο. Όταν ο δρομολογητής έχει καθορίσει το δίκτυο προορισμού από την διεύθυνση IP προσδιορισμού, ο δρομολογητής εξετάζει τον πίνακα δρομολόγησης και καθορίζει εάν υπάρχει μια διαδρομή προς αυτό το δίκτυο. Ο δρομολογητής αναλύει το Layer 2 Ethernet, προωθεί το πακέτο δεδομένων Layer 3 και, στη συνέχεια, ενσωματώνει το πακέτο μέσα σε ένα νέο πλαίσιο Token Ring. Ο δρομολογητής στέλνει αυτό το πλαίσιο έξω από το Token Ring, όπου ο κεντρικός υπολογιστής θα δει ένα πλαίσιο κουκκίδας δακτυλίου στη διεύθυνση MAC του για να το επεξεργαστεί. Αυτό ονομάζεται μετάβαση μέσω και είναι ένα από τα χαρακτηριστικά του δρομολογητή δικτύου. Όταν το πακέτο φτάνει σε μία διεπαφή και προωθείται ένα άλλο, ονομάζεται Layer 3 switching ή routing.

➤ Routing Table Lookup (Αναζήτηση πίνακα δρομολόγησης)

Οι δρομολογητές (και τα switch Layer 3) πραγματοποιούν αναζητήσεις στον πίνακα προσδιορίζοντας το επόμενο άλμα(επόμενος δρομολογητής ή switch Layer 3) κατά μήκος της διαδρομής, ο οποίος με τη σειρά του καθορίζει την θύρα για να προωθήσει το πακέτο ή το πλαίσιο. Το switch ή ο δρομολογητής Layer 3 λαμβάνει αυτήν την απόφαση με βάση το τμήμα δικτύου της διεύθυνσης προορισμού στο ληφθέν πακέτο. Αυτή η αναζήτηση οδηγεί σε μία από τις τρεις ενέργειες:

- Το δίκτυο προορισμού δεν είναι προσβάσιμο. Δεν υπάρχει δηλαδή διαδρομή προς τον προορισμό δικτύου, χωρίς προεπιλεγμένο δίκτυο. Σε αυτήν την περίπτωση, το πακέτο απορρίπτεται.
- Το δίκτυο προορισμού είναι προσβάσιμο προωθώντας το πακέτο σε άλλο δρομολογητή. Υπάρχει αντιστοίχιση του δικτύου προορισμού με μια γνωστή καταχώριση πίνακα, ή σε μια προεπιλεγμένη διαδρομή εάν μια μέθοδος για την επίτευξη του προορισμού δικτύου επικοινωνίας είναι άγνωστο. Η πρώτη αναζήτηση λέει το επόμενο άλμα. Μετά η αναζήτηση πραγματοποιείται για να καθορίσει πώς να φτάσετε στο επόμενο άλμα. Τότε επιτυγχάνεται προσδιορισμός της θύρας εξόδου. Η πρώτη αναζήτηση μπορεί να επιστρέψει πολλαπλά μονοπάτια, οπότε δεν είναι γνωστό παρά μόνο μετά τον καθορισμό του για το πώς θα φτάσει στο υπάρχων φτιαγμένο. Σε κάθε περίπτωση, η αναζήτηση επιστρέφει στο δίκτυο (Επίπεδο 3) την διεύθυνση του επόμενου δρομολογητή και της θύρας μέσω της οποίας μπορεί να είναι αυτός ο δρομολογητής που έφτασε.
- Το δίκτυο προορισμού είναι γνωστό ότι συνδέεται απευθείας με τον δρομολογητή. Η θύρα συνδέεται απευθείας στο δίκτυο και είναι προσβάσιμη. Για άμεσα συνδεδεμένα δίκτυα, το επόμενο βήμα χαρτογραφεί το τμήμα υποδοχής της διεύθυνσης δικτύου, στη διεύθυνση συνδέσμου δεδομένων (MAC), για το επόμενο άλμα ή τον τερματικό κόμβο, χρησιμοποιώντας τον πίνακα ARP (για IP). Δεν χαρτογραφεί το δίκτυο προορισμού την διεύθυνση της εργασίας στη διεπαφή του δρομολογητή. Πρέπει να χρησιμοποιήσει την MAC του τελικού κόμβου έτσι ώστε ο κόμβος να πάρει το πλαίσιο από το μέσο. Επίσης στην IP πρέπει να δηλωθεί ότι ο δρομολογητής χρησιμοποιεί τον πίνακα ARP.

Η αναζήτηση σε ένα πίνακα δρομολόγησης για έναν δρομολογητή IP μπορεί να θεωρηθεί πιο περίπλοκη από μια αναζήτηση διευθύνσεων MAC για μια γέφυρα, διότι στο επίπεδο του συνδέσμου δεδομένων οι διευθύνσεις είναι 48-bits σε μήκος, με πεδία σταθερού μήκους το OUI και το ID. Επιπλέον η σύνδεση δεδομένων διευθύνσεων είναι επίπεδη, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει ιεραρχία ή χωρισμός διευθύνσεων σε

μικρότερα και ξεχωριστά τμήματα. Η αναζήτηση διευθύνσεων MAC σε μια γέφυρα συνεπάγεται σε αναζήτηση για ακριβή αντιστοίχιση σε πεδίο σταθερού μήκους, ενώ η αναζήτηση διεύθυνσης σε δρομολογητή αναζητά πεδία μεταβλητού μήκους που προσδιορίζουν το δίκτυο προορισμού. Οι διευθύνσεις IP έχουν μήκος 32 bit και αποτελούνται από δύο πεδία: το δίκτυο προορισμού και το αναγνωριστικό κεντρικού υπολογιστή. Τόσο το τμήμα δικτύου όσο και το κεντρικό τμήμα της διεύθυνσης IP μπορεί να είναι μεταβλητό ή σταθερό μήκος, ανάλογα με το ιεραρχικό σχήμα διεύθυνσης δικτύου που χρησιμοποιείται. Η αναζήτηση πίνακα δρομολόγησης σε έναν δρομολογητή IP καθορίζει το επόμενο άλμα εξετάζοντας το τμήμα δικτύου της διεύθυνσης IP. Αφού καθορίσει τον καλύτερο βήμα για τον επόμενο άλμα, ο δρομολογητής αναζητά τη θύρα διασύνδεσης για να προωθήσει τα πακέτα. Το τμήμα αναγνωριστικού κεντρικού υπολογιστή της διεύθυνσης δικτύου εξετάζεται μόνο εάν το δίκτυο δείχνει ότι ο προορισμός βρίσκεται σε ένα τοπικά συνδεδεμένο δίκτυο. Σε αντίθεση με τα δεδομένα διεύθυνσης συνδέσμων, η διαχωριστική γραμμή μεταξύ του αναγνωριστικού δικτύου και της ταυτότητας κεντρικού υπολογιστή δεν είναι σε σταθερή θέση σε όλο το δίκτυο. Οι καταχωρήσεις σε ένα πίνακα δρομολόγησης μπορούν να έχουν αναγνωριστικά δικτύου διαφόρων μηκών, από 0 bit σε μήκος, καθορίζοντας την προεπιλεγμένη διαδρομή, έως 32 bit σε μήκος για συγκεκριμένες διαδρομές. Σύμφωνα με τη δρομολόγηση IP, το αποτέλεσμα αναζήτησης που επιστρέφεται πρέπει να είναι αυτό που αντιστοιχεί στην καταχώριση που αντιστοιχεί στον μέγιστο αριθμό bit στο αναγνωριστικό δικτύου. Εκεί σε αντίθεση με μια γέφυρα, όπου η αναζήτηση είναι για μια ακριβή αντιστοίχιση με ένα σταθερό μήκος πεδίο, οι αναζητήσεις δρομολόγησης IP συνεπάγονται σε αναζήτηση για τον μεγαλύτερο μεταβλητό πεδίο μήκους.

➤ **ARP Mapping (Χαρτογράφηση ARP)**

Το Protocol Resolution Protocol (ARP) είναι ένα πρωτόκολλο επιπέδου δικτύου που χρησιμοποιείται στο IP για την μετατροπή από IP διευθύνσεις σε MAC διευθύνσεις. Μια συσκευή δικτύου που θέλει να μάθει μια MAC διεύθυνση,

μεταδίδει ένα αίτημα ARP στο δίκτυο. Ο κεντρικός υπολογιστής στο δίκτυο που έχει τη διεύθυνση IP στο αίτημα απαντά με τη διεύθυνση MAC. Αυτό ονομάζεται αντιστοίχιση ARP, η αντιστοίχιση μιας διεύθυνσης Layer 3(δίκτυο) σε ένα Layer 2(σύνδεσμος δεδομένων) διεύθυνση. Επειδή η δομή διεύθυνσης επιπέδου δικτύου στην IP δεν παρέχει απλή αντιστοίχιση σε διευθύνσεις σύνδεσης δεδομένων, διευθύνσεις IP χρησιμοποιούν 32 bit και διευθύνσεις σύνδεσης δεδομένων χρησιμοποιούν 48 bit. Δεν είναι δυνατό να προσδιορίσετε τη διεύθυνση σύνδεσης δεδομένων 48 bit για έναν κεντρικό υπολογιστή από το τμήμα κεντρικού υπολογιστή της διεύθυνσης IP. Για πακέτα που προορίζονται για έναν κεντρικό υπολογιστή που δεν είναι σε τοπικό συνδεδεμένο δίκτυο, ο δρομολογητής πραγματοποιεί αναζήτηση για τους επόμενους δρομολογητές διεύθυνση MAC. Για πακέτα που προορίζονται για κεντρικούς υπολογιστές σε τοπικό συνδεδεμένο δίκτυο, ο δρομολογητής εκτελεί μια δεύτερη λειτουργία αναζήτησης για να βρει τη διεύθυνση προορισμού για την σύνδεση δεδομένων του πλαισίου του πακέτου προώθησης. Το αποτέλεσμα αυτής της τελικής αναζήτησης εμπίπτει σε μία από τις ακόλουθες τρεις κατηγορίες:

- Το πακέτο προορίζεται για τον ίδιο τον δρομολογητή. Η διεύθυνση προορισμού IP αντιστοιχεί σε μία από τις διευθύνσεις IP του δρομολογητή. Σε αυτήν την περίπτωση το πακέτο πρέπει να περάσει στο καταλληλότερο υψηλότερο επίπεδο εντός του δρομολογητή και δεν προωθείται σε καμία εξωτερική θύρα.
- Το πακέτο προορίζεται για έναν γνωστό κεντρικό υπολογιστή στο απευθείας συνδεδεμένο δίκτυο. Αυτή είναι η πιο κοινή κατάσταση που αντιμετωπίζει ένας δρομολογητής δικτύου. Ο δρομολογητής καθορίζει τη χαρτογράφηση από τον πίνακα ARP και προωθεί το πακέτο στην κατάλληλη θύρα διασύνδεσης στο τοπικό δίκτυο.
- Η αντιστοίχιση ARP για τον καθορισμένο κεντρικό υπολογιστή είναι άγνωστη. Ο δρομολογητής ξεκινά μια διαδικασία ανακάλυψης στέλνοντας ένα αίτημα ARP που καθορίζει τη χαρτογράφηση του δικτύου προς τη διεύθυνση υλικού. Επειδή χρειάζεται αυτή η διαδικασία χρόνο, αν και μετριέται σε χιλιοστά του δευτερολέπτου, ο δρομολογητής μπορεί να ρίξει το πακέτο που κατέληξε στην πρώτη διαδικασία ανακάλυψης. Υπό συνθήκες σταθερής κατάστασης, ο δρομολογητής

έχει ήδη διαθέσιμες αντιστοιχίσεις ARP για όλες τις επικοινωνίες. Η διαδικασία εύρεσης διευθύνσεων είναι απαραίτητη όταν προηγουμένως ο κεντρικός υπολογιστής δημιουργεί μια νέα συνεδρία επικοινωνίας.

➤ **Fragmentation (Κατακερματισμός)**

Κάθε θύρα εξόδου σε μια συσκευή δικτύου έχει μια σχετική μέγιστη μονάδα μετάδοσης (MTU). Το MTU είναι μια λειτουργία της τεχνολογίας δικτύωσης που χρησιμοποιείται, όπως το Ethernet, το Token Ring, ή Point-to-Point Protocol (PPP). Το PPP χρησιμοποιείται για συνδέσεις στο Διαδίκτυο. Αυτό το πλαίσιο που προωθείται είναι μεγαλύτερο από τον διαθέσιμο χώρο, όπως υποδεικνύεται από το MTU, το πλαίσιο είναι κατακερματισμένο σε μικρότερα κομμάτια για μετάδοση στα συγκεκριμένο δίκτυο. Οι γέφυρες δεν μπορούν να κατακερματιστούν πλαίσια κατά την προώθηση μεταξύ διαφορετικών LAN μεγεθών MTU, επειδή οι συνδέσεις συνδέσμων δεδομένων σπάνια έχουν έναν μηχανισμό επανασυναρμολόγησης στον δέκτη. Ο μηχανισμός βρίσκεται στην υλοποίηση επιπέδου δικτύου, όπως το IP, το οποίο μπορεί να ξεπεράσει αυτόν τον περιορισμό. Τα πακέτα στρώματος μπορούν να χωριστούν σε μικρότερα κομμάτια, εάν είναι απαραίτητο, έτσι ώστε αυτά να μπορούν να πάνε σε έναν σύνδεσμο με μικρότερο MTU. Ο κατακερματισμός είναι παρόμοιος με τη λήψη μιας φωτογραφίας και την κοπή σε κομμάτια έτσι ώστε το καθένα κομμάτι να χωρέσει σε διαφορετικούς μεγέθους φακέλους για αποστολή. Δίνεται στον αποστολέα να καθορίσει το μέγεθος του μεγαλύτερου κομματιού που μπορεί να σταλεί και εξαρτάται από τον δέκτη για να επανασυναρμολογήσει αυτά τα κομμάτια. Ο κατακερματισμός είναι μια μικτή ευλογία. παρόλο που καθορίζει τα μέσα επικοινωνίας σε διαφορετικές τεχνολογίες συνδέσμων, τη διαδικασία. Η επίτευξη του κατακερματισμού είναι σημαντική και θα μπορούσε να επιβαρύνει κάθε συσκευή που πρέπει να κατακερματιστεί και να επανασυναρμολογήσει τα δεδομένα. Κατά κανόνα, είναι καλύτερο να αποφεύγετε ο κατακερματισμός στο δίκτυό εάν είναι δυνατόν. Είναι πιο αποτελεσματικό για την αποστολή πακέτων που δεν απαιτούν κατακερματισμό, κατά μήκος της διαδρομής προς τον προορισμό, αντί να στέλνονται μεγάλα πακέτα που απαιτούν ενδιάμεσους δρομολογητές να εκτελούν κατακερματισμό. (How a Switch Work)

3.4 Cisco Switch 2960 24 ports



Εικόνα 1 cisco switch 2960 24 port

Product Code	WS-C2960-24TT-L
Enclosure Type	Rack-mountable - 1U
Feature Set	LAN Base
Uplink Interfaces	2 x 10/100/1000 TX uplinks
Ports	24 x Ethernet 10/100 ports
Throughput	6.5 Mpps
Backplane Capacity	16 Gbps
DRAM	16 MB
Dimensions	1.73 x 17.5 x 9.3 in.
Package Weight	8.15 Kg

Εικόνα 2 Συνοπτικές προδιαγραφές συσκευής CISCO 2960

4. Routers (Δρομολογητές)

4.1 Τι είναι το Router (Δρομολογητής)

Ο δρομολογητής (router) είναι ακόμα μια ηλεκτρονική συσκευή που έχει σαν σκοπό την αποστολή και λήψη πακέτων δεδομένων μεταξύ ενός η

περισσότερων διακομιστών (servers) ή άλλων δρομολογητών. Την χρησιμοποιούμε για να συνδέσουμε πολλαπλά δίκτυα και λειτουργία του είναι να προωθεί τα πακέτα που προσδιορίζονται είτε στα δίκτυα του είτε σε άλλα δίκτυα.

4.2 Λειτουργίες Router (Δρομολογητή)

Κύρια λειτουργία των δρομολογητών είναι η διασύνδεση των δικτύων στο επίπεδο δικτύου (Επίπεδο 3 του μοντέλου αναφοράς OSI). Οι δρομολογητές συνδέουν τα επιμέρους δίκτυα με βάση το πρωτόκολλο, που χρησιμοποιούν για την επικοινωνία τους οι σταθμοί εργασίας. Η δρομολόγηση των πακέτων γίνεται με βάση τη λογική διεύθυνση (IP address) που έχουμε δώσει στους σταθμούς εργασίας. Οι δρομολογητές υποστηρίζουν μεγάλη ποικιλία πρωτοκόλλων, καθώς και πόρτες διασύνδεσης, τόσο σε LAN όσο και σε WAN. Κάθε δρομολογητής χρησιμοποιεί ένα ή περισσότερα πρωτόκολλα δρομολόγησης. Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης δημιουργήθηκαν για δρομολογητές. Αυτά τα πρωτόκολλα έχουν σχεδιαστεί ώστε να επιτρέπουν την ανταλλαγή των πινάκων δρομολόγησης μεταξύ των δρομολογητών. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά πρωτόκολλα δρομολόγησης, το καθένα σχεδιασμένο για συγκεκριμένα μεγέθη του δικτύου. Με βάση αυτά τα πρωτόκολλα ο δρομολογητής καθορίζει ποιος ή ποιοι διακομιστές ή δρομολογητές είναι οι καταλληλότεροι κάθε χρονική στιγμή και δρομολογεί τα πακέτα δεδομένων προς αυτούς. Ορισμένα πολύ γνωστά πρωτόκολλα δρομολόγησης (Routing protocols) είναι τα: RIP, OSPF, BGP, IS-IS, Distance Vector, Link State RIP, IGRP, EIGRP. Οι δρομολογητές αναλαμβάνουν τη διασύνδεση απομακρυσμένων τοπικών δικτύων LANs, μέσω τηλεπικοινωνιακών γραμμών (WANs), κάνοντας χρήση πρωτοκόλλων που παρέχουν διασύνδεση στο 3ο επίπεδο του OSI. Για τη διασύνδεση απομακρυσμένων LANs μέσω δικτύων WAN, οι δρομολογητές παρέχουν τις κατάλληλες πόρτες, ανάλογα με τη τεχνολογία του δικτύου WAN που θα χρησιμοποιηθεί (π.χ. πόρτες σύγχρονες/ασύγχρονες). Μια από τις κύριες λειτουργίες του δρομολογητή είναι η δρομολόγηση των πακέτων από την πηγή στον προορισμό τους. Η

δρομολόγηση περιλαμβάνει δύο βασικές διαδικασίες: α) τον καθορισμό του βέλτιστου μονοπατιού, σε περίπτωση εναλλακτικών διαδρομών και β) τη μεταφορά των πακέτων. Η επιλογή της διαδρομής μπορεί να βασιστεί σε διάφορα κριτήρια σε συνάρτηση με τον αλγόριθμο δρομολόγησης που έχουμε επιλέξει. Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης, υπολογίζουν το καταλληλότερο μονοπάτι για τη μεταγωγή ενός πακέτου στον προορισμό του (καθορίζουν δηλαδή το συντομότερο μονοπάτι ανάμεσα στον αποστολέα και τον παραλήπτη) και δημιουργούν πίνακες δρομολόγησης (routing tables) με πληροφορίες για τις διάφορες διαδρομές. Οι δρομολογητές έχουν τη δυνατότητα να φιλτράρουν πακέτα: είτε με βάση το πρωτόκολλο, είτε τις διευθύνσεις πηγής ή προορισμού των πακέτων ή τα λογικά υποδίκτυα (subnets). Επίσης μπορούμε να δημιουργήσουμε δικά μας κριτήρια φιλτραρίσματος, εάν έχουμε τη σχετική γνώση. Ένα φίλτρο μπορεί: α) να απορρίψει ένα πακέτο (drop), β) να αποδεχθεί ένα πακέτο (accept), γ) να καταγράψει το πακέτο σε κάποιο αρχείο (log), δ) να αλλάξει προτεραιότητες στην προώθησή του πακέτου. Ο δρομολογητής μαθαίνει για απομακρυσμένα δίκτυα από γειτονικούς δρομολογητές ή από έναν διαχειριστή (administrator). Τότε δημιουργεί έναν πίνακα δρομολόγησης (routing table), που περιγράφει πώς μπορούν να βρεθούν τα απομακρυσμένα δίκτυα. Αν το δίκτυο είναι άμεσα συνδεδεμένο τότε ο δρομολογητής γνωρίζει ήδη πώς θα φτάσετε στο δίκτυο. Εάν τα δίκτυα δεν είναι συνδεδεμένα, ο δρομολογητής πρέπει να μάθει πώς θα φτάσει στο απομακρυσμένο δίκτυο είτε με τη στατική δρομολόγηση (ο διαχειριστής τοποθετεί χειροκίνητα τις διαδρομές στον πίνακα του router) ή με τη δυναμική δρομολόγησης (συμβαίνει αυτόματα χρησιμοποιώντας τα πρωτόκολλα δρομολόγησης). Οι δρομολογητές στη συνέχεια ενημερώνουν ο ένας το άλλον για όλα τα δίκτυα που ξέρουν. Αν συμβεί μια αλλαγή π.χ. ένας δρομολογητής βγει εκτός λειτουργίας, τα δυναμικά πρωτόκολλα δρομολόγησης ενημερώνουν αυτόματα όλα τα routers για αυτή την αλλαγή. Εάν χρησιμοποιείται στατική δρομολόγηση, ο διαχειριστής πρέπει να ενημερώσει χειροκίνητα για όλες τις αλλαγές, σε όλους τους δρομολογητές, και ως εκ τούτου κανένα πρωτόκολλο δρομολόγησης δεν χρησιμοποιείται. Μόνο η δυναμική δρομολόγηση χρησιμοποιεί πρωτόκολλα δρομολόγησης, οι οποίες επιτρέπουν τους δρομολογητές να : Ανακαλύπτουν δυναμικά και να διατηρούν δρομολόγια, να υπολογίζουν διαδρομές, να μοιράζουν ενημερώσεις

δρομολόγησης σε άλλους δρομολογητές και να καταλήγουν σε συμφωνία με άλλους δρομολογητές σχετικά με την τοπολογία του δικτύου. (Φελέκης, Διατάξεις Συνδέσεων Δικτύου, 2015)

4.3 Πώς λειτουργεί ένα router

Όταν ένας router δέχεται ένα πακέτο, ψάχνει στον δικό του πίνακα δρομολόγησης (routing table), ώστε να κάνει το καλύτερο ταίριασμα μεταξύ της διεύθυνσης προορισμού του IP πακέτου με μια από τις διευθύνσεις δικτύου που περιέχει ο πίνακας δρομολόγησης του. Αφού γίνει το ταίριασμα, το πακέτο “ενθυλακώνεται” και παραδίδεται στο επίπεδο 2 (Layer 2) του OSI, προκειμένου να προωθηθεί. Ένας router δεν ελέγχει την ορθότητα των δεδομένων που περιέχονται στο πακέτο, αλλά μόνο τις διευθύνσεις του επιπέδου 3 (Layer 3), έτσι ώστε να αποφασίσει για την προώθηση του πακέτου. Εκτός από τις διευθύνσεις του επιπέδου 3 (Layer 3), ο router μπορεί να ελέγξει και για κάποιες άλλες πληροφορίες της επικεφαλίδας του πακέτου, όπως π.χ. το quality of service (QoS). Αφού προωθηθεί το πακέτο, ο router δεν διατηρεί καμία “ιστορική” πληροφορία (καταγραφή) για το πακέτο, παρά μόνο την πράξη της προώθησής του, η οποία συλλέγεται ως στατιστική πληροφορία. Ένας πίνακας (routing table) διατηρεί πληροφορίες που μπορεί να προέρχονται από διάφορες πηγές όπως: η προεπιλεγμένη, η στατική δρομολόγηση (default or static route), η οποία μπορεί να ρυθμιστεί χειροκίνητα και το δυναμικό πρωτόκολλο δρομολόγησης (dynamic routing protocol), όπου ο router μαθαίνει “δρομολόγια” από άλλους routers. Η προεπιλεγμένη (η στατική) δρομολόγηση (default or static route) είναι αυτή που χρησιμοποιείται όταν η δρομολόγηση όλων των προορισμών δεν διαφοροποιείται στον πίνακα (routing table). Αυτή χρησιμοποιείται στα μικρά δίκτυα, όπως είναι π.χ. τα οικιακά ή τα δίκτυα μικρών επιχειρήσεων, όπου η προεπιλεγμένη (η στατική) δρομολόγηση απλά στέλνει όλη την κίνηση στον πάροχο Internet Service Provider (ISP). Η προεπιλεγμένη (η στατική) δρομολόγηση μπορεί να ρυθμιστεί “χειροκίνητα” ως static route ή μπορεί να αποκτηθεί από το δυναμικό πρωτόκολλο δρομολόγησης (dynamic routing protocol) ή από το DHCP. Ο router μπορεί να

χρησιμοποιηθεί τόσο ως DHCP client, όσο και ως DHCP Server. Ένας router μπορεί να τρέξει περισσότερα από ένα πρωτόκολλα δρομολόγησης ταυτόχρονα, ειδικά όταν λειτουργεί ως αυτόνομο σύστημα δρομολόγησης που βρίσκεται στα όρια μεταξύ των τμημάτων ενός δικτύου, το οποίο (δίκτυο) καλείται να τρέχει διαφορετικά πρωτόκολλα δρομολόγησης. Σε αυτήν την περίπτωση, η ανακατανομή (redistribution) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το διαμοιρασμό της πληροφορίας μεταξύ των διαφορετικών πρωτοκόλλων που τρέχουν στον ίδιο router. Οι αποφάσεις προώθησης μπορεί να περιλαμβάνουν και αποφάσεις που λαμβάνονται σε επίπεδα διαφορετικά από το επίπεδο 3. Μια λειτουργία προώθησης η οποία βασίζεται στις πληροφορίες του επιπέδου 2 ονομάζεται γέφυρα (bridge) και προωθεί την κίνηση στο επίπεδο 2 των συσκευών που διευθυνσιοδοτούνται μέσω MAC address στο Ethernet. Το router διαχειρίζεται όλες τις διευθύνσεις IP στο τοπικό δίκτυο. Ο DHCP Server (Dynamic Host Configuration Protocol) αναλαμβάνει να αποδώσει αυτόματα μία μοναδική διεύθυνση IP σε κάθε συσκευή στο τοπικό δίκτυο, είτε πρόκειται για υπολογιστή ή για smartphone / tablet / δικτυακό εκτυπωτή / Smart TV κλπ. Το NAT (Network Address Translator) είναι η λειτουργία του router που κατευθύνει την πληροφορία από το Internet στην κατάλληλη συσκευή του τοπικού δικτύου, μέσω του Switch. Αν δεν υπήρχε το NAT, θα υπήρχε πρόβλημα με την πρόσβαση των συσκευών του τοπικού δικτύου στο Internet. Το modem κομμάτι του οικιακού router συνδέεται με το Internet και παίρνει μια εξωτερική διεύθυνση IP. Το switch κομμάτι του οικιακού router διαχειρίζεται τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των συσκευών στο τοπικό δίκτυο (LAN), π.χ. μέσω μιας οικιακής ομάδας. Το router κομμάτι του οικιακού router αναλαμβάνει τη μεταφορά των δεδομένων ανάμεσα στα δύο ξεχωριστά δίκτυα: το Internet (WAN) και το τοπικό δίκτυο (LAN). Ως εκ τούτου, κάθε οικιακό router έχει εξ' ορισμού δύο IP: την εσωτερική IP, για το τοπικό δίκτυο LAN, που συνήθως είναι 192.168.1.1 ή 192.168.0.1 και την εξωτερική IP, για τη σύνδεση στο Internet (WAN) (Φελέκης, Διατάξεις Συνδέσεων Δικτύου, 2015)

4.4 Βασικές λειτουργίες δρομολογητών IP

Γενικά, οι δρομολογητές αποτελούνται από τα ακόλουθα βασικά στοιχεία: διάφορες διεπαφές δικτύου στα συνημμένα δίκτυα, τις μονάδες επεξεργασίας, τις μονάδες προσωρινής αποθήκευσης και μια εσωτερική μονάδα διασύνδεσης. Συνήθως, τα πακέτα λαμβάνονται σε εισερχόμενα δίκτυο, που υποβάλλονται σε επεξεργασία από τη μονάδα επεξεργασίας και, ενδεχομένως, αποθηκεύονται στην ρυθμιστική ενότητα. Στη συνέχεια, προωθούνται μέσω της εσωτερικής μονάδας διασύνδεσης στην εξερχόμενη διεπαφή που τους στέλνει στο επόμενο βήμα, στον τελικό τους προορισμό. Ο συνολικός ρυθμός πακέτου όλων των συνδεδεμένων διεπαφών δικτύου πρέπει να είναι επεξεργασία, αποθήκευση σε buffer και αναμετάδοση. Επομένως, οι μονάδες επεξεργασίας και μνήμης μπορεί να αναπαράγονται πλήρως ή εν μέρει στις διεπαφές δικτύου για να επιτρέπεται ταυτόχρονη λειτουργία. Η βασική αρχιτεκτονική ενός τυπικού δρομολογητή είναι: η κάρτα ελεγκτή(που διαθέτει την CPU), ο δρομολογητής backplane και οι κάρτες διασύνδεσης. Η CPU στο δρομολογητή εκτελεί συνήθως λειτουργίες όπως υπολογισμούς διαδρομής, συντήρηση πίνακα δρομολόγησης και διάδοση προσβασιμότητας. Τρέχει τα απαιτούμενα πρωτόκολλα δρομολόγησης στο δρομολογητή. Οι κάρτες διασύνδεσης αποτελούνται από προσαρμογείς που εκτελούν προώθηση εισερχόμενων και εξερχόμενων πακέτων (και μπορεί ακόμη και να αποθηκεύσετε προσωρινά τον πίνακα δρομολόγησης καταχωρήσεις ή έχουν εκτεταμένες δυνατότητες επεξεργασίας πακέτων). Το backplane του δρομολογητή είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά πακέτων μεταξύ των καρτών. Οι βασικές λειτουργίες σε μια IP μπορεί να κατηγοριοποιηθούν ως: επεξεργασία διαδρομής, προώθηση πακέτων και ειδικός δρομολογητής υπηρεσίας. Οι δύο βασικές λειτουργίες είναι η επεξεργασία διαδρομής (π.χ. υπολογισμός διαδρομής, δρομολόγηση συντήρηση πίνακα, και διάδοση προσβασιμότητας) και προώθηση πακέτων.

- Επεξεργασία διαδρομής

Αυτό περιλαμβάνει την κατασκευή και τη συντήρηση του πίνακα δρομολόγησης χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα δρομολόγησης (όπως RIP ή OSPF). Ενημερώσεις στον πίνακα δρομολόγησης μπορούν επίσης να γίνουν

μέσω της διαχείρισης ενέργειας όπου οι διαδρομές προστίθενται και διαγράφονται χειροκίνητα

- Προώθηση πακέτων

Συνήθως, η προώθηση πακέτων IP απαιτεί τα εξής: 1)**Επικύρωση πακέτου IP:** Ο δρομολογητής πρέπει να ελέγξει εάν το λαμβανόμενο πακέτο είναι κατάλληλα διαμορφωμένο για το πρωτόκολλο πριν προχωρήσει στην επεξεργασία πρωτοκόλλου. Αυτό περιλαμβάνει τον έλεγχο του αριθμού έκδοσης, τον έλεγχο του πεδίου μήκους κεφαλίδας(απαιτείται επίσης για να προσδιοριστεί αν υπάρχουν επιλογές στο πακέτο), και τον υπολογισμό του αθροίσματος κεφαλίδας. 2)**Ανάλυση διεύθυνσης IP προορισμού και αναζήτηση πίνακα:** Ο δρομολογητής εκτελεί αναζήτηση πίνακα για να προσδιορίσει τη θύρα εξόδου στην οποία θα κατευθύνετε το πακέτο και το επόμενο άλμα στο οποίο θα στείλει το πακέτο κατά μήκος αυτής της διαδρομής. Αυτό βασίζεται στην διεύθυνση IP προορισμού, στο λαμβανόμενο πακέτο, και στη μάσκα υποδικτύου του. Το αποτέλεσμα αυτής της αναζήτησης θα μπορούσε να σημαίνει: Μια τοπική παράδοση (δηλαδή, η διεύθυνση προορισμού είναι μία από αυτές του δρομολογητή διευθύνσεις και το πακέτο παραδίδεται τοπικά). Μια παράδοση unicast σε μία θύρα εξόδου, είτε σε δρομολογητή επόμενου άλματος είτε στον τελικό σταθμό προορισμού (σε περίπτωση απευθείας σύνδεσης με το δίκτυο προορισμού). Μια παράδοση πολλαπλής διανομής σε ένα σύνολο θυρών εξόδου που εξαρτάται από το δρομολογητή της συμμετοχής σε ομάδες πολλαπλών διανομών. Ο δρομολογητής πρέπει επίσης να καθορίσει τη χαρτογράφηση της διεύθυνσης δικτύου προορισμού στη διεύθυνση σύνδεσης δεδομένων για τη θύρα εξόδου (ανάλυση διεύθυνσης ή ARP). Αυτό μπορεί να γίνει είτε ως ξεχωριστό βήμα είτε ενσωματωμένο ως μέρος της αναζήτησης δρομολόγησης. Πακέτων εφόρου ζωής Ελέγχου: Ο δρομολογητής ρυθμίζει το χρόνο (TTL) στο πακέτο που χρησιμοποιείται για να αποτρέψει την ατέλειωτη κυκλοφορία πακέτων σε όλη την διαδικτυακή εργασία. Ένα πακέτο που παραδίδεται σε μια τοπική διεύθυνση εντός του δρομολογητή είναι αποδεκτό εάν έχει οποιαδήποτε θετική τιμή TTL. Ένα πακέτο δρομολογείται στην έξοδο οι θύρες έχουν μειώσει την τιμή TTL ως κατάλληλη και στη συνέχεια ελέγχεται ξανά για να καθορίσει αν έχει ζωή πριν προωθηθεί. Ένα

πακέτο του οποίου η διάρκεια ζωής έχει ξεπεραστεί απορρίπτεται από το δρομολογητή (και ενδέχεται να προκαλέσει μήνυμα σφάλματος στον αρχικό αποστολέα). Υπολογισμός Checksum: Το άθροισμα ελέγχου κεφαλίδας IP πρέπει να υπολογιστεί εκ νέου λόγω της αλλαγής στο πεδίο TTL. Ευτυχώς, χρησιμοποιείτε ο αλγόριθμος ελέγχου (Η προσθήκη συμπληρώματος 16-bit κάποιου από τα πεδία κεφαλίδας).

- Ειδικές υπηρεσίες

Οτιδήποτε πέρα από τις βασικές λειτουργίες δρομολόγησης εμπίπτει σε αυτήν την κατηγορία η ιεράρχηση κυκλοφορίας ο έλεγχος ταυτότητας και η υπηρεσίες πρόσβασης, όπως πακέτο, φιλτράρισμα και για λόγους ασφαλείας, τείχος προστασίας. Επιπλέον, οι δρομολογητές διαθέτουν δίκτυο διαχείρισης (π.χ. SNMP, Βάση πληροφοριών διαχείρισης (MIB) κ.λπ.). (Aweya, χ.χ.)

4.5 Protocol Entities and IP Processing in the Distributed Router Architecture

Το πρωτόκολλο IP είναι η πιο εκτεταμένη οντότητα στη διαδρομή επεξεργασίας πακέτων ενός δρομολογητή IP και, επομένως, η επεξεργασία IP καθορίζει συνήθως την επιτεύξιμη απόδοση ενός δρομολογητή. Επομένως, απαιτείται μια αποσύνθεση του IP που επιτρέπει αποτελεσματική πολυεπεξεργασία στην κατανεμημένη αρχιτεκτονική του δρομολογητή. Αυτή η κατανεμημένη αρχιτεκτονική πολλαπλής επεξεργασίας, σημαίνει ότι τα διάφορα στοιχεία επεξεργασίας μπορούν να εργαστούν παράλληλα στις δικές τους εργασίες με μικρή εξάρτηση από τους άλλους επεξεργαστές στο σύστημα. Αυτή η αρχιτεκτονική αποσυνδέει τις εργασίες που σχετίζονται με τον καθορισμό διαδρομών μέσω του δικτύου από τις κρίσιμες χρονικές εργασίες που σχετίζονται με την επεξεργασία IP. Τα αποτελέσματα από αυτό είναι μια αρχιτεκτονική με υψηλά επίπεδα συνολικής απόδοσης του συστήματος και την ικανότητα για κλιμάκωση σε όλο και υψηλότερα επίπεδα απόδοσης. Δίκτυο κάρτες διασύνδεσης κατασκευασμένες με επεξεργαστές γενικής χρήσης και

περίπλοκη επικοινωνία τείνουν να είναι πιο ακριβά από αυτά που κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας ASIC και απλά πρωτόκολλα επικοινωνίας. Η επιλογή μεταξύ ASIC και επεξεργαστών γενικής χρήσης για μια κάρτα διασύνδεσης δεν είναι απλή. Οι επεξεργαστές γενικής χρήσης τείνουν να είναι περισσότερο ακριβοί, αλλά επιτρέπεται η εκτεταμένη λειτουργικότητα θύρας. Είναι επίσης διαθέσιμα στο ράφι, και η αναλογία τιμής-απόδοσης βελτιώνεται ετησίως. Τα ASIC δεν είναι μόνο φθηνότερα, αλλά μπορούν να παρέχουν επίσης λειτουργίες που είναι συγκεκριμένες για τη δρομολόγηση, όπως διασχίζοντας ένα δέντρο Patricia. Επιπλέον, η έλλειψη ευελιξίας με ASICs μπορεί να ξεπεραστεί με την εφαρμογή λειτουργικότητας στον επεξεργαστή διαδρομής (π.χ. ARP, κατακερματισμός και επανασυναρμολόγηση, επιλογές IP, και τα λοιπά.). Μερικοί σχεδιαστές δρομολογητών παρατηρούν συχνά ότι οι προδιαγραφές IPv4 είναι πολύ σταθερές και λένε ότι θα ήταν πιο οικονομικό να εφαρμοστεί ο κινητήρας προώθησης σε ASIC. Υποστηρίζεται ότι το ASIC μπορεί να μειώσει την πολυπλοκότητα σε κάθε πλακέτα συστήματος συνδυάζοντας έναν αριθμό λειτουργιών σε μεμονωμένα τσιπ που έχουν σχεδιαστεί για απόδοση σε υψηλές ταχύτητες. Άλλοι σχεδιαστές παρατηρούν επίσης ότι το Διαδίκτυο εξελίσσεται συνεχώς με έναν λεπτό τρόπο και απαιτούν προγραμματισμό και ως εκ τούτου ένας γρήγορος επεξεργαστής είναι κατάλληλος για την προώθηση. Η βάση δεδομένων προώθησης σε μια διασύνδεση δικτύου αποτελείται από πολλούς πίνακες διασύνδεσης. Αυτή η βάση δεδομένων μπορεί να περιλαμβάνει διαδρομές IP (unicast και multicast), πίνακες ARP και πληροφορίες φιλτραρίσματος πακέτων για QoS και έλεγχο ασφάλειας-πρόσβασης. Τα βήματα επεξεργασίας πακέτων IP έχουν ως εξής:

- Επικύρωση κεφαλίδας IP : Καθώς ένα πακέτο εισέρχεται σε μια θύρα εισόδου, επαληθεύεται η λογική προώθησης σε όλες οι πληροφορίες του επιπέδου 3 (μήκος κεφαλίδας, μήκος πακέτου, έκδοση πρωτοκόλλου, άθροισμα ελέγχου, και τα λοιπά.).
- Διαδικασία αναζήτησης και επεξεργασία κεφαλίδας : Ο δρομολογητής εκτελεί έπειτα αναζήτηση διεύθυνσης IP χρησιμοποιώντας τη διεύθυνση προορισμού του πακέτου για να προσδιορίσει τη θύρα εξόδου (ή εξερχόμενη) και εκτελεί όλες τις λειτουργίες προώθησης IP (μείωση TTL, έλεγχος κεφαλίδας κ.λπ.).

Ταξινόμηση πακέτων : Εκτός από την εξέταση των πληροφοριών Layer 3, η προώθηση εξετάζει τα χαρακτηριστικά πακέτων επιπέδου Layer 4 και υψηλότερα σε σχέση με οποιοδήποτε QoS και πολιτικές ελέγχου πρόσβασης. Με τα χαρακτηριστικά Layer 3 και υψηλότερα επίπεδα, ο κινητήρας προώθησης αποδίδει μία ή περισσότερες παράλληλες συναρτήσεις. Συνδέει το πακέτο με την κατάλληλη προτεραιότητα και την κατάλληλη έξοδο port. Ανακατευθύνει το πακέτο σε διαφορετικό (αντικατασταθεί) προορισμό (ανακατεύθυνση ICMP). Πέφτει το πακέτο σύμφωνα με μια πολιτική ελέγχου συμφόρησης, ή μια πολιτική ασφάλειας, και εκτελεί τις κατάλληλες λογιστικές λειτουργίες (συλλογή στατιστικών στοιχείων κ.λπ.). Ο κινητήρας προώθησης ειδοποιεί τον ελεγκτή συστήματος ότι έχει φτάσει ένα πακέτο και ο ελεγκτής συστήματος διατηρεί μια θέση μνήμης για το πακέτο που φθάνει. Μόλις το πακέτο περάσει στην κοινόχρηστη μνήμη, ο ελεγκτής συστήματος σηματοδοτεί την κατάλληλη θύρα εξόδου. Για κυκλοφορία πολλαπλής διανομής, σηματοδοτούνται πολλαπλές θύρες εξόδου. Οι θύρες εξόδου εξάγουν το πακέτο από τη γνωστή κοινή θέση μνήμης χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε από έναν αριθμό αλγορίθμων: Σταθμισμένη δίκαιη ουρά (WFQ), σταθμισμένος γύρος-Robin (WRR), αυστηρή προτεραιότητα (SP) κ.λπ. Όταν οι θύρες εξόδου προορισμού έχουν ανακτήσει το πακέτο, ειδοποιεί το σύστημα ελεγκτή και η θέση μνήμης διατίθεται για νέα κίνηση. (Aweya, χ.χ.)

4.6 Δρομολόγηση RIP και OSPF

4.6.1 RIP πρωτόκολλο

Το RIP είναι ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης διανύσματος απόστασης και είναι κατάλληλο για τη λειτουργία μικρών δικτύων. Χρησιμοποιεί ως παράμετρο μέτρησης (μετρικό) τον αριθμό αλμάτων ενδοκομβικών αποστάσεων (hop count), η οποία μετρά την απόσταση μεταξύ της πηγής και του προορισμού (σε άλματα) και το οποίο σημαίνει ότι κάθε ζεύξη έχει κόστος 1. Ο αριθμός των αλμάτων είναι περιορισμένος με μέγιστο το 15. Αυτό σημαίνει ότι ένα δίκτυο δεν μπορεί να εκτελέσει πάνω από 15 άλματα από την πηγή στον προορισμό. Διαφορετικά ο προορισμός θεωρείται μη προσβάσιμος.

Κάθε δρομολογητής διατηρεί έναν πίνακα RIP γνωστό ως πίνακα δρομολόγησης. Ο πίνακας δρομολόγησης περιλαμβάνει τόσο το διάνυσμα απόστασης του δρομολογητή όσο και τον πίνακα προώθησης του δρομολογητή. ο πίνακας δρομολόγησης έχει τρεις στήλες. Η πρώτη στήλη απεικονίζει το υποδίκτυο προορισμού, η δεύτερη στήλη την ταυτότητα του επόμενου δρομολογητή κατά μήκος της συντομότερης διαδρομής προς το υποδίκτυο προορισμού και η τρίτη στήλη υποδεικνύει τον αριθμό του αλμάτων (δηλαδή τον αριθμό των υποδικτύων που πρέπει να διασχίσει, συμπεριλαμβανομένου του υποδικτύου προορισμού) προς το υποδίκτυο προορισμού κατά μήκος της συντομότερης διαδρομής.

Στο RIP, οι ενημερώσεις δρομολόγησης ανταλλάσσονται μεταξύ των γειτόνων περίπου κάθε 30 δευτερόλεπτα χρησιμοποιώντας ένα RIP απαντητικό μήνυμα (RIP response message). Το απαντητικό μήνυμα που αποστέλλεται από ένα δρομολογητή ή έναν υπολογιστή περιέχει μια λίστα με έως και 25 υποδίκτυα προορισμού (υπό την έννοια της IP διευθυνσιοδότησης) εντός του AS, καθώς και την απόσταση του αποστολέα από κάθε ένα από αυτά τα υποδίκτυα. Τα απαντητικά αυτά μηνύματα είναι επίσης γνωστά ως RIP δημοσιοποιήσεις (RIP advertisements).

Ο πίνακας δρομολόγησης μπορεί να μεταδοθεί κι όταν υπάρξει κάποια αλλαγή στην τοπολογία του δικτύου. Έτσι επιτρέπεται στο κάθε δρομολογητή να βλέπει το δίκτυο του γειτονικού δρομολογητή και να προσθέτει το ανάλογο κόστος στην απόσταση που έχει ήδη προσθέσει ο δεύτερος. Το μειονέκτημα της προσέγγισης αυτής είναι ότι καθώς το δίκτυο μεγαλώνει, ανταλλάσσεται ένα μεγάλο ποσό πληροφορίας ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ακόμα κι όταν η τοπολογία του δικτύου δεν έχει αλλάξει, με αποτέλεσμα να περιορίζεται το διαθέσιμο εύρος ζώνης και να αυξάνεται ο χρόνος σύγκλισης. Ως χρόνος σύγκλισης (convergence time), ορίζεται ο χρόνος που περνά μέχρι όλοι οι δρομολογητές να συμφωνήσουν σχετικά με την τοπολογία του δικτύου, από τη στιγμή που θα προκύψει μια αλλαγή. Όταν αλλάζει η τοπολογία του δικτύου εκτελείται ο αλγόριθμος δρομολόγησης και σταματά η κίνηση των δεδομένων που μεταφέρει ο δρομολογητής προς τα διάφορα interfaces του, γιατί δεν γνωρίζει αν το δίκτυο προορισμού είναι διαθέσιμο ή όχι. Άρα, όσο πιο γρήγορα

γίνεται η σύγκλιση τόσο πιο γρήγορα θα μεταφερθούν, τελικά, τα δεδομένα προς τον προορισμό τους. Δεν υποστηρίζει VLSM.

Υπάρχουν τρεις εκδόσεις του πρωτοκόλλου πληροφοριών δρομολόγησης: RIPv1, RIPv2 και RIPv6.

Το RIPv1 τυποποιήθηκε το 1988. Ονομάζεται επίσης Classful Routing Protocol επειδή δεν αποστέλλει πληροφορίες μάσκας υποδικτύου στις ενημερώσεις δρομολόγησης. Από την άλλη πλευρά, το RIPv2 τυποποιήθηκε το 1998. Ονομάζεται επίσης Classless Routing Protocol επειδή στέλνει πληροφορίες μάσκας υποδικτύου στις ενημερώσεις δρομολόγησης. Το RIPv6 είναι μια επέκταση του RIPv2 που δημιουργήθηκε για την υποστήριξη του IPv6 .

Στο RIPv1, οι διαδρομές αποφασίζονται με βάση τον προορισμό IP και τον αριθμό των αλμάτων. Το RIPv2 ανέπτυξε αυτήν τη μέθοδο και άρχισε να περιλαμβάνει μάσκες και πύλες υποδικτύου . Επιπλέον, ο πίνακας δρομολόγησης στο RIPv1 μεταδίδεται σε κάθε σταθμό του συνδεδεμένου δικτύου ενώ ο RIPv2 στέλνει στον πίνακα δρομολόγησης μια διεύθυνση πολλαπλής διανομής σε μια προσπάθεια μείωσης της κίνησης δικτύου. Επιπλέον, το RIPv2 χρησιμοποιεί έλεγχο ταυτότητας για ασφάλεια - μια δυνατότητα που λείπει από το RIPv1. (Rouse, 2019)

4.6.2 OSPF πρωτόκολλο

Όπως και με το RIP, η OSPF δρομολόγηση χρησιμοποιείται ευρέως για intra-AS δρομολόγηση στο Διαδίκτυο. Το OSPF αναπτύσσεται συνήθως σε ISP ανώτερης βαθμίδας ενώ το RIP αναπτύσσεται σε χαμηλότερου επιπέδου ISPs και δίκτυα επιχειρήσεων.

Το OSPF σχεδιάστηκε ως διάδοχος του RIP και ως εκ τούτου έχει αρκετές προηγμένες λειτουργίες. Το OSPF είναι ένα πρωτόκολλο κατάστασης ζεύξης και οι δημοσιοποιήσεις διαδίδονται σε ολόκληρο το AS μέσω πλημμύρας (flooding) και με τη χρήση ενός ελάχιστου κόστους αλγόριθμου δρομολόγησης Dijkstra. Στο OSPF, ένας δρομολογητής κατασκευάζει έναν πλήρη πίνακα

τοπολογίας (δηλαδή ένα γράφημα) του συνόλου του αυτόνομου συστήματος. Ο δρομολογητής τρέχει τοπικά τον αλγόριθμο του Dijkstra για να προσδιορίσει ένα δέντρο ελάχιστης διαδρομής σε όλα τα υποδίκτυα, με τον εαυτό του ως τον κόμβο προέλευσης. Τα κόστη των ζεύξεων καθορίζονται από το διαχειριστή του δικτύου. Ο διαχειριστής μπορεί να επιλέξει να ορίσει όλα τα κόστη σε 1, επιτυγχάνοντας έτσι τη διαδρομή με τα ελάχιστα άλματα, ή να επιλέξετε να ορίσει τα βάρη των ζεύξεων να είναι αντιστρόφως ανάλογα με τη χωρητικότητα των ζεύξεων, προκειμένου να αποθαρρύνεται η προώθηση της κίνησης σε χαμηλού εύρους συνδέσεις. Το OSPF παρέχει τους μηχανισμούς (πρωτόκολλο) για τον καθορισμό της διαδρομής ελαχίστου κόστους για το δεδομένο σύνολο κοστών ζεύξης.

Με το OSPF, ένας δρομολογητής εκπέμπει πληροφορίες δρομολόγησης σε όλους τους άλλους δρομολογητές στο αυτόνομο σύστημα, όχι μόνο στους γειτονικούς δρομολογητές. Ένας δρομολογητής εκπέμπει πληροφορίες κατάστασης ζεύξης κάθε φορά που υπάρχει αλλαγή στο δίκτυο (για παράδειγμα, μια αλλαγή σε κόστος ή στην κατάσταση της ζεύξης up/down). Επίσης μεταδίδει περιοδικά μια κατάσταση ζεύξης (τουλάχιστον μία φορά κάθε 30 λεπτά), ακόμη και αν δεν υπάρχει κάποια αλλαγή. Οι διαφημίσεις OSPF περιέχονται σε μηνύματα OSPF που μεταφέρονται απευθείας μέσω IP. Έτσι, το OSPF πρέπει να εφαρμόζει αυτόματα λειτουργίες όπως η αξιόπιστη μεταφορά μηνυμάτων και η μετάδοση της κατάστασης ζεύξης. Το πρωτόκολλο OSPF ελέγχει επίσης ότι οι ζεύξεις είναι λειτουργικές (μέσω μηνυμάτων HELLO που αποστέλλεται στους γείτονες) και επιτρέπει σε ένα δρομολογητή να αποκτήσει μια βάση δεδομένων γειτονικού δρομολογητή για την κατάσταση των ζεύξεων σε ολόκληρο το δίκτυο.

Ορισμένες από τις βελτιώσεις που ενσωματώνονται στο OSPF περιλαμβάνουν τα εξής:

- Ασφάλεια: όλα τα μηνύματα του OSPF είναι δυνατό να αυθεντικοποιηθούν (για αποφυγή κακόβουλων εισβολών). Από προεπιλογή, τα πακέτα OSPF μεταξύ δρομολογητών δεν αυθεντικοποιούνται και μπορούν να πλαστογραφηθούν. Δύο τύποι

ελέγχου μπορούν να διαμορφωθούν, απλός και MD5. Σαφώς, ο απλός έλεγχος ταυτότητας δεν είναι πολύ ασφαλής. Ο έλεγχος ταυτότητας MD5 βασίζεται στα κοινά μυστικά κλειδιά που έχουν οριστεί σε όλους τους δρομολογητές.

- Επιτρέπει πολλαπλές διαδρομές ίδιου κόστους (μόνο μία διαδρομή στο RIP).
- Για κάθε ζεύξη, πολλαπλές μετρικές κόστους για διαφορετικό TOS (Type Of Service), π.χ., κόστος δορυφορικής ζεύξης θεωρείται «χαμηλό» για TOS βέλτιστης προσπάθειας, υψηλό για TOS πραγματικού χρόνου.
- Ενσωματωμένη υποστήριξη μονο- και πολυ-εκπομπής (unicast/multicast):
- Το Multicast OSPF (MOSPF)(OSPF πολυ-εκπομπής) χρησιμοποιεί την ίδια βάση δεδομένων τοπολογίας με το OSPF.
- Ιεραρχικό OSPF σε μεγάλους τομείς (domains).

Ένα αυτόνομο σύστημα OSPF μπορεί να διαμορφωθεί ιεραρχικά σε περιοχές. Κάθε περιοχή διαχειρίζεται τον δικό της αλγόριθμο κατάστασης ζεύξης και οι δημοσιοποιήσεις περιορίζονται μόνο εντός της περιοχής. Κάθε κόμβος γνωρίζει μόνο την κατεύθυνση (βραχύτερη διαδρομή) προς δίκτυα σε άλλες περιοχές. Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα στο ιεραρχικό OSPF υπάρχουν οι παραμεθόριοι συνοριακοί δρομολογητές (area border routers) που “συνοψίζουν” τις αποστάσεις προς δίκτυα στη δική τους περιοχή και τις δημοσιοποιούν σε άλλους παραμεθόριους συνοριακούς δρομολογητές. Υπάρχουν επίσης οι δρομολογητές δικτυακού κορμού (backbone routers) που τρέχουν δρομολόγηση OSPF περιορισμένη στον δικτυακό κορμό. Και τέλος οι συνοριακοί δρομολογητές (boundary routers) που συνδέουν με άλλα αυτόνομα συστήματα. (Banks, 2014)

5. Σχεδιάζοντας Ένα Δίκτυο

5.1 Καθορισμός Στόχων

Ξεκινώντας την σχεδίαση ενός δικτύου είναι πολύ σημαντικό σαν αρχικό στάδιο να καθορίσουμε τους τεχνικούς στόχους που θέλουμε να επιτύχουμε.

Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε πάνω σε τι θα δουλέψουμε και ποιες θα είναι και οι απαιτήσεις που ζητά η εταιρία ή ο οργανισμός έτσι ώστε ο σχεδιαστής να τους γνωρίζει και να προσδιορίζει τους ανθρώπους-κλειδιά από όπου θα πάρει τις απαραίτητες πληροφορίες, που θα του επιτρέψουν να σχεδιάσει το δίκτυο με επιτυχία. Από την άλλη η πολυπλοκότητα των πραγμάτων που αναφέραμε παραπάνω γίνεται πιο κατανοητή και πιο εύκολα υλοποιήσιμη αν ο σχεδιαστής έχει να κάνει με ένα απλό οικιακό δίκτυο ή ένα δίκτυο μιας μικρής εταιρίας ή ορόφου αυτής.

Για την καλύτερη και πιο αξιόπιστη ανάπτυξη ενός δικτύου υιοθετούνται τα παρακάτω κριτήρια όπου κατηγοριοποιείται η ανάλυση των τεχνικών στόχων.

- **Κλιμάκωση:** Εδώ έχουμε να κάνουμε με το μέγεθος του δικτύου και κυρίως το πλήθος των τερματικών κόμβων (PC). Περιλαμβάνει επίσης και την διασύνδεση με εξωτερικά δίκτυα ή εφαρμογές καθώς και την προσθήκη νέων εξυπηρετών
- **Διαθεσιμότητα:** Το στάδιο αυτό έχει να κάνει με την χρονικό διάστημα στο οποίο μπορεί να παραδώσει το δίκτυο ο σχεδιαστής. Πρέπει να είναι σαφές και κατά κάποιο τρόπο συγκεκριμένο το χρονικό διάστημα. Ωστόσο δεν ισχύει το ίδιο όταν ο σχεδιαστής καλείται να διορθώσει το δίκτυο μετά από μία καταστροφή. Τέλος μέσα στο χρονικό διάστημα προστίθεται και ο χρόνος που απαιτείται για την εκπαίδευση του προσωπικού καθώς και διάφοροι έλεγχοι ασκήσεων για την αποτελεσματικότητα του δικτύου.
- **Απόδοση Δικτύου:** Σχετικά με την απόδοση του δικτύου παίζουν ρόλο διάφορες ποσοτικές μετρήσεις. Η χωρητικότητα (capacity) αποτελεί κύριο λόγο για την απόδοση του δικτύου καθώς παρέχει την μέγιστη

φυσική ικανότητα μεταφοράς πληροφορίας στο δίκτυο. Άλλα κριτήρια είναι το ποσοστό χρήσης (utilization) όπου αφορά το πόσο θα χρησιμοποιούν το δίκτυο οι χρήστες, η διαμεταγωγή ή ρυθμαπόδοση (throughput) ή ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων, όπου αφορά τον χρονικό ρυθμό με τον οποίο ένα δίκτυο υπολογιστών αποστέλλει ή λαμβάνει δεδομένα, η καθυστέρηση (delay), η διακύμανση καθυστέρησης (delay variation), και τέλος ο χρόνος απόκρισης (request time), της δικτυακής υπηρεσίας από την στιγμή που ζητήθηκε.

- **Ασφάλεια:** θεωρείται ο πιο σημαντικός τεχνικός στόχος και χρησιμεύει για την αντιμετώπιση απειλών τόσο μέσα στο διαδίκτυο αλλά και έξω από αυτό. Μπορούμε να χωρίσουμε την ασφάλεια σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη λαμβάνουμε υπόψη το λογισμικό το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε, τα υλικά που θα βάλουμε, τις σχετικές εφαρμογές κ.α. Στην δεύτερη κατηγορία έχουμε την ανάλυση των πιθανών κινδύνων και τις επιπτώσεις που θα έχουν πάνω στο δίκτυο μας. Λόγο της συνεχούς ανάπτυξης της τεχνολογίας και των μεθόδων της πληροφορικής είναι δύσκολο να εκτιμήσουμε τους πιθανούς κινδύνους και θα πρέπει να συμβάλει και η ίδια εταιρία για την άμεση ενημέρωση του σχεδιαστή και την αντιμετώπιση του προβλήματος.
- **Διαχειρισιμότητα:** Γίνεται έπειτα από συνεννόηση με τον πελάτη, και τις επιθυμίες που έχει, για το πώς θέλει να διαχειρίζεται το δίκτυο του.
- **Ευχρηστία:** Σε αυτό το στάδιο έχουμε να κάνουμε με το πόσο εύχρηστο θα είναι το δίκτυο μας και το πόσο κατανοητό θα γίνει από τους χρήστες η διαχειρισιμότητα του. Όπως για παράδειγμα η εγκατάσταση της υπηρεσίας DHCP για να αποφύγουν της ρυθμίσεις μέσω του υπολογιστή ή η εγκατάσταση VPN κτλ.
- **Προσαρμοστικότητα:** Έχει να κάνει με το πώς θα προσαρμοστούν οι χρήστες στην ήδη υπάρχουσα τεχνολογία αλλά και σε νέες τεχνολογίες και απαιτήσεις αν υπάρξει μια αναβάθμιση.
- **Δυνατότητα κάλυψης κόστους:** Μπορούμε να μειώσουμε το κόστος σε σχέση με τις παρεχόμενες υπηρεσίες. Αυτό γίνεται αν τοποθετήσουμε ένα πρόγραμμα αυτόματης συμπίεσης για να περιορίσουμε τον όγκο της δικτυακής κυκλοφορίας. Αν πληρώσουμε μια μισθωμένη γραμμή για την μεταφορά φωνής και δεδομένων και επίσης αν χρησιμοποιήσουμε

πρωτόκολλα δρομολόγησης για να ελαχιστοποιείται η κυκλοφορία WAN. (Φουληράς, 2015)

5.2 Ανάλυση Απαιτήσεων

Αφού γίνει ο καθορισμός του στόχου, για την δημιουργία του δικτύου στο οποίο καλούμαστε να υλοποιήσουμε, σαν δεύτερο βήμα έχουμε την ανάλυση των απαιτήσεων. Σε αυτό κύριο λόγο παίζει η ανάπτυξη του λογικού και φυσικού σχεδίου που θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε. Το λογικό σχέδιο περιέχει τα βασικά δομικά στοιχεία, ταξινομημένα κατά την λειτουργία που επιτελούν (άρα αφορά σχεδιασμό υψηλές προδιαγραφές) και από την άλλη το φυσικό σχέδιο περιέχει όλες τις φυσικές συσκευές και τεχνολογίες που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

Σύμφωνα με την Cisco και το λεγόμενο Plan Design Implement Operate Optimize (Σχέδιο Σχεδιασμού Εφαρμογής Λειτουργίας Βελτιστοποίησης PDIOO), δεν έχει σημασία ποιος είναι ο κύκλος ζωής που θα χρησιμοποιήσει ο σχεδιαστής, αρκεί ο σχεδιασμός του δικτύου να πραγματοποιηθεί με δομημένο και προγραμματισμένο τρόπο έτσι ώστε η ανατροφοδότηση από τους χρήστες του επιχειρησιακού δικτύου να πρέπει να διοχετευθούν σε νέα έργα δικτύου για να βελτιώνεται ή να επανασχεδιάζετε το δίκτυο. Περιλαμβάνει έξι φάσεις για την διάρκεια ζωής ενός δικτύου και αναφέρονται ως:



- **Plan (σχέδιο).** Προσδιορίζονται οι απαιτήσεις του δικτύου, οι περιοχές όπου θα εγκατασταθεί και οι χρήστες που θα ζητάν συγκεκριμένες δικτυακές υπηρεσίες.

- **Design (Σχεδιασμός).** Γίνεται η ολοκλήρωση του μεγαλύτερου μέρους του λογικού και φυσικού σχεδίου, με βάση της απαιτήσεις από την

προηγούμενη φάση.

- **Implement (Εφαρμογή).** Εφαρμόζεται το σχέδιο που προέκυψε από την προηγούμενη φάση, ενώ παράλληλα επαληθεύεται το σχέδιο.
- **Operate (Λειτουργία).** Επιτυγχάνεται με την παρακολούθηση του δικτύου για την ανίχνευση προβλημάτων απόδοσης και σφαλμάτων, και αποτελεί το τελικό τεστ της αποδοτικότητας του σχεδίου.
- **Optimize (Αξιοποίηση).** Αφού προσδιοριστούν και επιλυθούν τα προβλήματα πριν προκληθούν διακοπές λειτουργίας, γίνεται η προληπτική διαχείριση. Μάλιστα εάν τα προβλήματα ή τα σφάλματα είναι πάρα πολλά, επιχειρείται επανασχεδιασμός του δικτύου. Το τελευταίο μπορεί να γίνει και με την πάροδο του χρόνου εφόσον οι τεχνολογικές μεταβολές ή οι απαιτήσεις των χρηστών το επιβάλλουν.
- **Retire (Απόσυρση).** Εδώ γίνεται η απόσυρση ολόκληρου ή μέρους του δικτύου, όπως για παλιότερα που μπορούσε να γίνεται μια σύνδεση μέσω τηλεφωνικής κλήσης για να συνδεόταν οι χρήστες απομακρυσμένα, πλέον δεν χρειάζεται άρα μπορεί να καταργηθεί το τμήμα εκείνο που παρείχε αυτήν την δυνατότητα. (Φουληράς, 2015)

5.3 Μελέτη Δικτύου

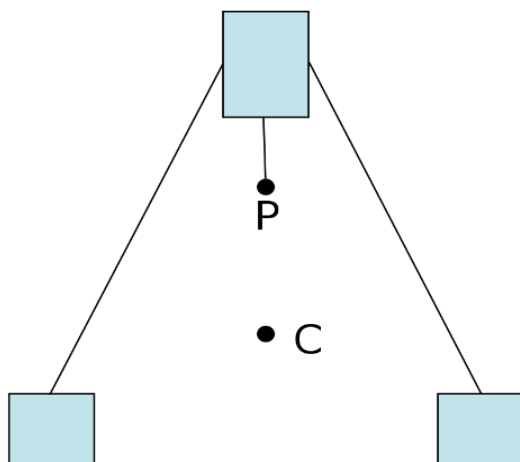
Εφόσον καθοριστούν οι στόχοι μας και αναλυθούν οι απαιτήσεις που χρειάζονται για την κατασκευή του δικτύου σειρά έχει η μελέτη του δικτύου, ώστε να σχεδιαστεί και να αποδώσει την ασφαλέστερη δομή, αλλά και τον κατάλληλο εξοπλισμό και καλωδίωση.

Για αρχή θα πρέπει να γνωρίζουμε τις μεθοδολογίες και τα κατάλληλα πρότυπα. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορέσουμε να κατασκευάσουμε ένα δίκτυο βέλτιστο, ασφαλές αλλά και εύκολο κατανοητό στους χρήστες, δίκτυο. Στην συνέχεια θα πρέπει να οργανώσουμε ένα χρονοδιάγραμμα όπου θα περιέχει αναλυτικά της φάσεις του έργου και τα χρονικά ολοκλήρωσης των παραδοτέων. Το χρονοδιάγραμμα μπορεί να γίνει με την μορφή του Gantt Chart, ένα διάγραμμα ράβδων που απεικονίζει στον κάθετο άξονα της εργασίες που πρέπει να εκτελεστούν και στον οριζόντιο τα χρονικά διαστήματα. Εφόσον έχουμε φτάσει

σε αυτό το στάδιο σειρά έχουν οι δοκιμές στις διάφορες μεθοδολογίες που έχουμε ακολουθήσει για την ανάπτυξη του δικτύου αλλά και οι έλεγχοι πάνω σε αυτό ώστε να εξακριβώνεται ότι το δίκτυο λειτουργεί αποτελεσματικά και αποδοτικά. Τέλος θα πρέπει να εκτιμήσουμε την πιθανότητα κινδύνου και τους τρόπους αντιμετώπισης και παρακολούθησης σε κάθε φάση του έργου. (Φουληράς, 2015)

5.4 Επιλογή Δικτυακών Συσκευών

Η επιλογή δικτυακών συσκευών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Όπως για παράδειγμα το κόστος των δικτυακών κόμβων, οι απαιτήσεις που έχουν καθοριστεί, η συμβατότητα σε πρωτόκολλα επικοινωνίας, αλλά και η λειτουργία του δικτύου. Οι θέσεις που θα τοποθετηθούν οι δικτυακοί κόμβοι μέσα σε ένα δίκτυο επηρεάζει κατά πολύ την τοπολογία του δικτύου. Συνήθως τοποθετούνται κοντά σε μεγάλες πηγές και προορισμούς δικτυακής κυκλοφορίας, αλλά δεν ισχύει πάντοτε γιατί υπάρχουν φορές που δεν είναι απαραίτητο να σχετίζονται με την ροή κυκλοφορίας, ανάλογα με της επιχειρησιακές απαιτήσεις.



Εικόνα 3 Διάγραμμα Εκπαιδευτικού παιχνιδιού

Για την καλύτερη και την βέλτιστη τοποθέτηση των δικτυακών κόμβων μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διάφορους αλγόριθμους τοποθέτησης. Για παράδειγμα ένας αλγόριθμος τοποθέτησης είναι ο αλγόριθμος του κέντρου μάζας. (Center Of Mass algorithm COM). Σαν ορισμό έχει ότι το κέντρο

μάζας είναι το μοναδικό σημείο στο κέντρο μιας κατανομής μάζας στο διάστημα που έχει την ιδιότητα ότι οι σταθμισμένοι φορείς θέσης σε σχέση με αυτό το σημείο αθροίζονται στο μηδέν. Σε αναλογία με τις στατιστικές, το κέντρο μάζας είναι η μέση θέση μια κατανομής μάζας στο διάστημα.

(Στην εικόνα 2 φαίνεται το διάγραμμα εκπαιδευτικού παιχνιδιού όπου ισορροπεί σε ένα σημείο. Το κέντρο μάζας C βρίσκεται κάτω από την υποστήριξη του P.

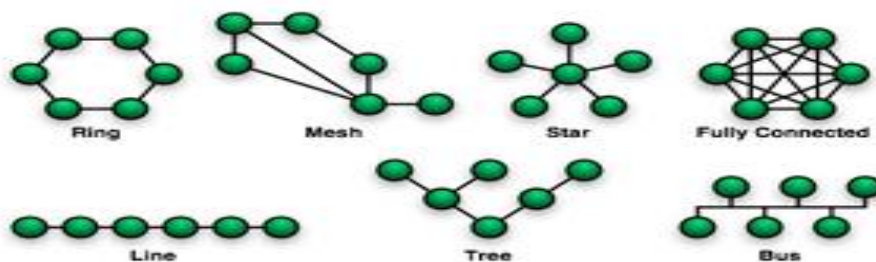
Υπάρχουν πολλές συσκευές που χρησιμοποιούνται ως δικτυακοί κόμβοι. Η επισκόπηση μερικών από αυτών είναι:

- **Δρομολογητές (Routers):** Η περιγραφή των συσκευών αυτών, έγινε στο κεφάλαιο 4 (Routers Δρομολογητές).
- **Συγκεντρωτές (Concentrators):** Είναι οι συσκευές που επιτρέπουν σε πολλές συσκευές να μοιράζονται δυναμικά ένα μικρό αριθμό από επικοινωνιακά κανάλια.
- **Πύλες (Gateway):** χρησιμοποιούνται για την σύνδεση συσκευών που χρησιμοποιούν διαφορετικά επικοινωνιακά πρωτόκολλα, χρησιμοποιώντας τεχνικές μετατροπής πρωτοκόλλων
- **Κόμβος (Hubs):** Είναι συσκευές απλές στην λειτουργία τους και χρησιμοποιούνται για την διασύνδεση σταθμών εργασίας και διάφορων άλλων συσκευών.
- **Διαποδιαμορφωτής (Modem):** Χρησιμοποιούνται για την σύνδεση ψηφιακών συσκευών σε αναλογικά κυκλώματα.
- **Πολυπλέκτες (Multiplexer):** Επιτρέπει σε πολλές συσκευές να χρησιμοποιούν το κανάλι ταυτόχρονα, μειώνοντας έτσι την ανάγκη ύπαρξης πολλών γραμμών, άρα και κόστος. Είναι γνωστοί και ως MUXs.
- **Μεταγωγείς (Switches):** Η περιγραφή των συσκευών αυτών έγινε στο κεφάλαιο 3 (Switches Μεταγωγείς). (Βασιλάκης, χ.χ.)

5.5 Επιλογή Διασύνδεσης

Η σωστή επιλογή διασύνδεσης είναι ένα σημαντικό κομμάτι στην δημιουργία του δικτύου καθώς με βάση αυτής θα λυθούν μια σειρά από προβλήματα. Ο τρόπος όπου ένα τοπικό δίκτυο μπορεί να συνδεθεί στο κεντρικό δίκτυο μια επιχείρησης ώστε να έχουν πλήρη πρόσβαση οι χρήστες και να εκμεταλλευτούν τις δικτυακές υπηρεσίες, είναι ένα πρόβλημα που καλείται να λυθεί με την σωστή διασύνδεση. Άλλα τέτοια προβλήματα είναι το κόστος των συστημάτων ώστε να κρατείται σε χαμηλά επίπεδα, ο τρόπος που μπορεί να έχει πρόσβαση σε άλλα δημόσια ή ιδιωτικά δίκτυα το δίκτυο της επιχείρησης μας και ο τρόπος διασύνδεσης των απομακρυσμένων δικτύων με το τοπικό δίκτυο της επιχείρησης με σκοπό να γίνεται πιο εύκολα και γρήγορα η επικοινωνία και ο διαμοιρασμός αρχείων μεταξύ των χρηστών.

Η επιλογή της τοπολογίας που θα χρησιμοποιήσουμε σε ένα δίκτυο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η αξιοπιστία της μετάδοσης, η δυνατότητα επέκτασης του δικτύου, και η απόδοση του. Η δικτυακή τοπολογία προσδιορίζει τη λογική και την φυσική διάταξη των τμημάτων των δικτύων. Βασικοί τύποι δικτυακών τοπολογιών είναι:



Εικόνα 4 Τοπολογίες Δικτύων

- Αστέρα (Star): Όλοι οι κόμβοι συνδέονται διαμέσου ενός κεντρικού κόμβου
- Δέντρου (Tree): Υπάρχει μόνο ένα μονοπάτι από τον σταθμό προς τον επόμενο χωρίς να υπάρχουν κύκλοι.
- Δακτύλιος (Ring): Όλοι οι κόμβοι είναι συνδεδεμένοι σε έναν λογικό ή φυσικό κύκλο.
- Διαύλου (Bus): Υπάρχει μόνο ένα μονοπάτι μεταξύ των κόμβων.

- Πλέγμα (Mesh): Όλοι οι κόμβοι συνδέονται απευθείας μεταξύ τους αλλά δεν είναι απαραίτητο να αλληλοσυνδέονται όλοι οι κόμβοι.

Η τοπολογία διαύλου είναι η πιο ευέλικτη σε σχέση με άλλες τοπολογίες και μπορεί να χειριστεί μεγάλο πλήθος και ποικιλία διατάξεων με ικανοποιητικούς ρυθμούς μετάδοσης και διαφορετικές μορφές πληροφορίας. Βασικό μειονέκτημα της τοπολογίας αυτής είναι ότι αν υπάρχει βλάβη σε ένα μέσο μετάδοσης απενεργοποιείται ολόκληρο το τμήμα του δικτύου.

Υπάρχουν δύο βασικές τεχνικές μετάδοσης δεδομένων στα τοπικά δίκτυα. Η μια είναι η μετάδοση βασικής ζώνης (baseband transmission) που χρησιμοποιεί ομοαξονικά καλώδια των 50 Ohm ή καλώδια UTP, και η μετάδοση ευρείας ζώνης (broadband transmission) που χρησιμοποιεί ομοαξονικά καλώδια με αντίσταση 75 Ohm και διάμετρο που εξαρτάται από την απόσταση μετάδοσης του σήματος. Συγκεκριμένα 1.5 έως 2.5 εκατοστά για απόσταση μερικών δεκάδων χιλιομέτρων, 1 έως 1.2 εκατοστά για απόσταση μερικών δεκάδων μέτρων, και 0.6 εκατοστά για απόσταση μερικών μέτρων. Η μετάδοση ευρείας ζώνης επιτρέπει την ταυτόχρονη μετάδοση πολλών σημάτων μέσα από το ίδιο κανάλι και έχει αναλογική μετάδοση σε αντίθεση με την μετάδοση βασικής ζώνης που είναι καθαρά ψηφιακή. (Vangie, 2019)

5.6 Εφαρμογή Διευθυνσιοδότησης

Καλό θα είναι και στην εφαρμογή διευθυνσιοδότησης να έχουμε εξ αρχής μια δομημένη προσέγγιση. Όταν εννοούμε διευθυνσιοδότηση αναφερόμαστε στις διευθύνσεις IP και τα διάφορα συμβολικά ονόματα που πρέπει να ανατεθούν. Θα πρέπει να ακολουθήσουμε ορισμένα βήματα για καθαρά διευκόλυνση της διαχείρισης του δικτύου. Ως αρχικό στάδιο θα πρέπει να φτιάξουμε ένα μοντέλο διευθυνσιοδότησης, πριν την κανονική ανάθεση διευθύνσεων. Αφού γίνει αυτό στην συνέχεια για να μην χρειαστεί να αλλάζουμε διευθύνσεις σε πολλές συσκευές θα πρέπει να αφήσουμε χώρο στο μοντέλο για επέκταση. Για την καλύτερη κλιμάκωση και διαθεσιμότητα των διευθύνσεων θα πρέπει να

ανατίθενται σε ομάδες με ιεραρχικό τρόπο, και θα πρέπει να βασίζονται σε φυσικό δίκτυο. Τέλος θα πρέπει να χρησιμοποιούμε δυναμική διευθυνσιοδότηση για τα τερματικά συστήματα και όχι στατική, και για μεγαλύτερη ασφάλεια καλύτερο θα ήταν να χρησιμοποιούμε ιδιωτικές διευθύνσεις.

5.6.1 Υποδικτύωση

Η υποδικτύωση παρέχει ένα έναν απλό τρόπο για την μείωση του συνολικού αριθμού των δικτυακών αριθμών που έχουν χορηγηθεί. Η λογική είναι να παίρνουμε έναν αριθμό δικτύου IP και να καταναείμουμε τις διευθύνσεις IP που έχουν το συγκεκριμένο αριθμό δικτύου σε αρκετά φυσικά δίκτυα, τα οποία θα ονομάζονται υποδίκτυα (subnets). Χωρίζει δηλαδή ένα δίκτυο σε μικρότερες μονάδες. Η έννοια ενός υποδικτύου αναπτύχθηκε αρχικά γύρω από το σύστημα κλάσης διευθύνσεων και εξηγείται καλύτερα σε σχέση με τα δίκτυα τη κλάσης A,B και C. Ωστόσο οι προμηθευτές υλικού και η κοινότητα του internet χρησιμοποιούν ένα νέο σύστημα μετάφρασης των διευθύνσεων που ονομάζεται Classes Internet Domain Routing (CIDR) που δεν απαιτεί να δοθεί έμφαση στην κλάση μιας διεύθυνσης. Η τμηματοποίηση του δικτύου σε διαφορετικά φυσικά επίπεδα αυξάνει την ολική χωρητικότητα του δικτύου και συνεπώς επιτρέπει στο δίκτυο να χρησιμοποιεί μεγαλύτερο μέρος του χώρου των διευθύνσεων.

Για την καλύτερη οργάνωση του δικτύου και την αποτελεσματικότερη παράδοση των δεδομένων χρειάζεται να δημιουργηθεί κάποια υποδιαίρεση του χώρου των διευθύνσεων κάτω από το ID του δικτύου, ώστε οι κύριοι υπολογιστές και οι δρομολογητές να μπορούν να καταλάβουν από την IP διεύθυνση ποιο τμήμα του δικτύου θα πρέπει να λάβει τα δεδομένα. Ωστόσο η υποδικτύωση παρέχει και ένα δεύτερο επίπεδο λογικής οργάνωσης πέρα από το ID του δικτύου. Οι δρομολογητές μπορούν να παραδώσουν ένα datagram σε μια διεύθυνση υποδικτύου μέσα στο δίκτυο, και αφού το datagram φτάσει στο

υποδίκτυο, μπορεί να επιλυθεί σε μια φυσική διεύθυνση χρησιμοποιώντας το ARP. Για να το πετύχουμε αυτό αφού χρησιμοποιούμε και τα 32 bit της ID του δικτύου αλλά και του κύριου υπολογιστή μπορούμε να δανειστούμε μερικά bits από την τον κύριο υπολογιστή για να υποδηλώσουμε μια διεύθυνση υποδικτύου. Μια παράμετρος τέτοια ονομάζεται μάσκα υποδικτύου και δείχνει πόσο μέρος της διεύθυνσης θα πρέπει να χρησιμοποιούμε για το ID του υποδικτύου και πόσο θα μείνει στο ID του κύριου υπολογιστή. (Παντελιάδης, 2016) (Casad, 2009)

6. Περιπτώσεις μελέτης σχεδίασης δικτύων

Για την υλοποίηση των σεναρίων θα χρειαστούν:

- XX (αριθμός) switches
- XX (αριθμός) routers
- Καλώδια για τις συνδέσεις (UTP cat 5e, console, ..)
- 2 ηλεκτρονικοί υπολογιστές
- Λογισμικό για επικοινωνία με τις δικτυακές συσκευές. Εδώ χρησιμοποιείται το putty. Το putty είναι ένα ιδιαίτερα δημοφιλή λογισμικό κατάλληλο για απομακρυσμένη σύνδεση μέσω υπολογιστή με δυνατότητες εκτέλεσης εντολών, μεταφοράς αρχείων, κ.λπ.

6.1 Προστασία Switch Cisco με κωδικό

- 1) Συνδέουμε το switch στο ρεύμα.
- 2) Συνδέουμε το καλώδιο console στην υποδοχή του switch με το PC
- 3) Ανοίγουμε το πρόγραμμα putty στο PC
- 4) Κοιτάμε να δούμε σε ποια COM number έχει το switch μας. Αυτό γίνεται αν πάμε στα αρχεία του υπολογιστή, πατήσουμε δεξί κλικ στο <this pc> και βρίσκουμε το communication port.
- 5) Αφού βάλουμε το σωστό COM στο putty, πατάμε OK και μας βγάζει σε black screen

6) Εκεί ακολουθούμε τις παρακάτω εντολές:

- Switch>
- Switch>en
- Switch# configuration terminal
- Switch(config)#line console 0
- Switch(config-line) #password ****
- Switch(config-line) #login
- Switch(config)#exit
- Switch#wr
- Switch#reload

6.2 Επαναφορά Switch Cisco σε εργοστασιακές ρυθμίσεις

Για να κάνουμε reset σε ένα cisco switch πρέπει αρχικά να πατήσουμε παρατεταμένα το κουμπί mode που βρίσκεται μπροστά και πάνω αριστερά στο switch μας και στην συνέχεια ακολουθούμε τις παρακάτω εντολές:

- Switch: flash_init
- Switch: dir flash: *Εκεί βάζουμε το config.text στην βιβλιοθήκη
- Switch: rename flash: config.text flash:config.text.old
- Switch: boot
- Switch> en
- Switch# dir flash:
- Switch# delete config.text.old

*Στην συνέχεια κάνω ότι και πιο πάνω

6.3 Ρύθμιση IP διευθύνσεων σε ένα router Cisco

Αφού ανοίξουμε το putty και έχουμε βρει την σωστή COM port ακολουθούμε τις παρακάτω εντολές:

- Router>
- Router> en
- Router# configuration terminal
- Router(config)# interface GigabitEthernet0/0
- Router(config-if)# ip address 190.168.X.X 255.255.X.X
- Router(config-if)# no shutdown
- Router(config-if)# exit
- Router(config)# exit
- Router# show ip interface brief *για επιβεβαίωση

*το ίδιο γίνεται και για GigabitEthernet1/0

6.4 Σύνδεση δρομολογητή στο Internet

- Router>
- Router> en
- Router# config terminal
- Router(config)# interface gigabitethernet 0/0
- Router(config-if) # no shutdown
- Router (config-if) # ip address (* ip εργαστηρίου 132.168.1.11 στο σενάριο)
- Router (config)# int g0/1
- Router(config-if) # ip address 192.168.2.1 255.255.255.0 (* βάζουμε .2 γιατί η ip του εργαστηρίου είναι .1)
- Router(config-if) # no shutdown
- Router(config-if) # exit
- Router(config)# ip dhcp pool netcheck (*ψευδώνυμο)

- Router (dhcp-config) # network 192.168.2.0/24
- Router(dhcp-config) # default-router 192.168.2.1
- Router(dhcp-config) # dns-server 8.8.8.8 (*google dns)
- Router(dhcp-config) # exit
- Router (config) #ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.1.1 (*default gateway)
- Router(config)# do ping 192.168.254.254 (*έλεγχος)
- Router(config)# interface g0/0
- Router(config-if) # ip nat outside
- Router(config-if) # exit
- Router(config)# interface g0/0
- Router (config-if) # ip nat inside
- Router(config-if) # exit
- Router(config)# ip access-list standard 1
- Router(config-std-nacl) # permit any
- Router(config-std-nacl) # exit
- Router(config)# ip nat inside source list 1 interface g0/0 overload
- Router(config)# exit

6.5 Cisco Packet Tracer

Το Cisco Packet Tracer είναι ένα λογισμικό το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν εικονικές τοπολογίες δικτύων, ώστε να μπορούν να δουλεύουν σαν να έχουν πραγματικά δίκτυα υπολογιστών. Έχει σχεδιαστεί από την Cisco Systems και μπορεί να λειτουργήσει σε διαφορετικές πλατφόρμες. Από τον Αύγουστο του 2017 προσφέρεται δωρεάν στο ευρύ κοινό.

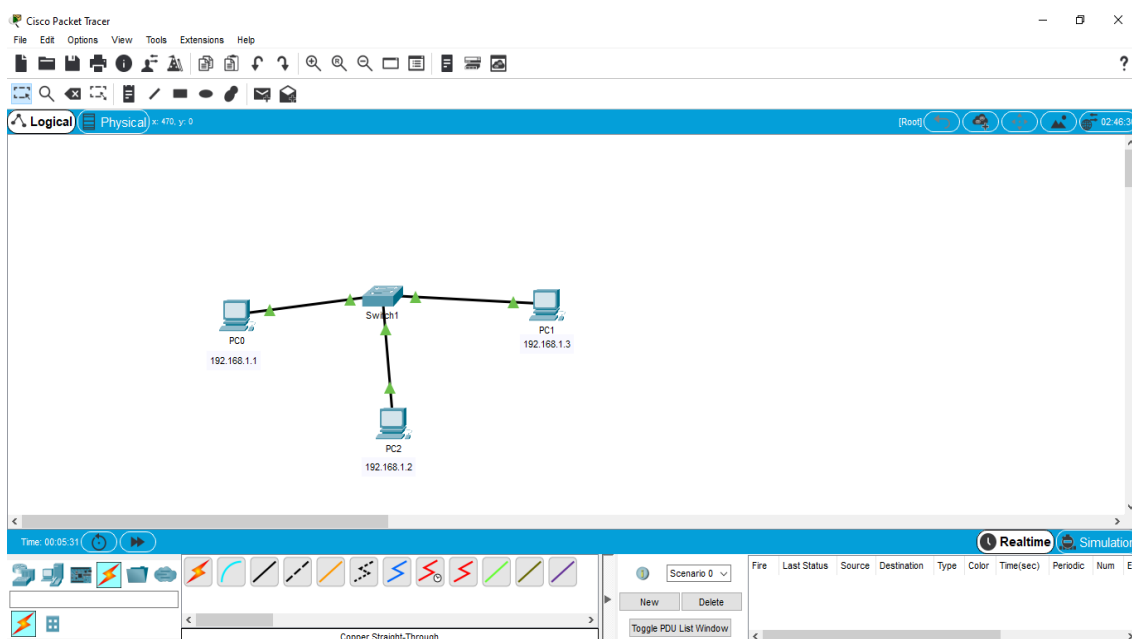
Τα σενάρια που θα πραγματοποιήσουμε παρακάτω είναι μικρά εικονικά δίκτυα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ένα σπίτι μέχρι και μεγάλες εταιρίες ανάλογα με το τι ζητάει η καθεμία. Χρησιμοποιούμε συσκευές της cisco και κάνουμε ping από την μία τερματική συσκευή στην άλλη για να ελέγξουμε την ορθότητα του συστήματος.

6.6 Σενάριο Πρώτο : Δημιουργία απλού δικτύου

Στο σενάριο παρακάτω θα υλοποιηθεί ένα απλό τοπικό δίκτυο με ένα switch. Θα αποδοθούν οι κατάλληλες IP στις τερματικές συσκευές ώστε να γίνει ο έλεγχος καλής λειτουργίας.

➤ Στόχος της εργασίας:

- Να κατανοηθεί ο ρόλος του switch σε ένα δίκτυο.
- Να γνωρίσει τον τρόπο σύνδεσης των υπολογιστών με το switch.
- Να εξοικειώσει με τις βασικές εντολές του switch.
- Να κατανοηθεί τον τρόπο αποστολής μηνυμάτων από το ένα PC στο άλλο.



Εικόνα 5 Υλοποίηση LAN με τρεις υπολογιστές

Αναλυτικά η τοπολογία αποτυπώνεται στην εικόνα 5. Θα χρειαστούν: ένα switch cisco 2960 και τρεις τερματικές συσκευές που στην περίπτωση μας είναι οι υπολογιστές. Οι συσκευές συνδέονται μεταξύ τους με copper straight-through καλώδιο.

- Για την υλοποίηση πρέπει:
- Να βάλουμε τις IP διευθύνσεις στους υπολογιστές.
 - Να εκτελέσουμε την εντολή `#show version`.
 - Να εκτελέσουμε την εντολή `#show ip interface brief`.
 - Να βάλουμε IP στο switch.
 - Να εκτελέσουμε την εντολή `#show vlan`
 - Να κάνουμε ping από το ένα PC στο άλλο.

Αναλυτικά το δίκτυο μας έχει τα εξής στοιχεία:

- 1) Ένα τοπικό δίκτυο LAN με διεύθυνση δικτύου την 192.168.1.254 με μάσκα υποδικτύου (subnet mask) την 255.255.255.0 ή αλλιώς /24 με μέγιστη χωρητικότητα 254 hosts. Αυτό το τοπικό δίκτυο διαθέτει τα εξής στοιχεία:
 - Έναν host με διεύθυνση δικτύου την 192.168.1.1 και μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0
 - Έναν host με διεύθυνση δικτύου την 192.168.1.2 και μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0
 - Έναν host με διεύθυνση δικτύου την 192.168.1.3 και μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0

Υλοποίηση

1. Αφού ανοίξουμε το cisco packet tracer τοποθετούμε τους κόμβους στο workspace του προγράμματος και κάνουμε τις απαραίτητες συνδέσεις.
2. Στις ρυθμίσεις των υπολογιστών βάζουμε τις διευθύνσεις που επιλέξαμε παραπάνω.
3. Εκτελούμε την εντολή `#show version` εφόσον πρώτα πληκτρολογήσουμε την εντολή `>enable` για να μπούμε σε privilege exec mode. Με την εντολή αυτή βλέπουμε πληροφορίες για τη συσκευή του switch όπως το μοντέλο του, τις θύρες που έχει και την έκδοση του λογισμικού IOS που έχει.

Switch1

Physical Config **CLI**

IOS Command Line Interface

```
Switch#show version
Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASE-M), Version 12.2(25)FX, RELEASE
SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 1986-2005 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 12-Oct-05 22:05 by pt_team

ROM: C2960 Boot Loader (C2960-HBOOT-M) Version 12.2(25r)FX, RELEASE SOFTWARE (fc4)

System returned to ROM by power-on

Cisco WS-C2960-24TT (RC32300) processor (revision C0) with 21039K bytes of memory.

24 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
2 Gigabit Ethernet/IEEE 802.3 interface(s)

63488K bytes of flash-simulated non-volatile configuration memory.
Base ethernet MAC Address      : 0090.0C2C.3500
Motherboard assembly number    : 73-9832-06
Power supply part number      : 341-0097-02
Motherboard serial number     : FOC103248MJ
Power supply serial number     : DCA102133JA
Model revision number         : B0
Motherboard revision number    : C0
Model number                   : WS-C2960-24TT
System serial number          : FOC103321EY
Top Assembly Part Number      : 800-26671-02
Top Assembly Revision Number  : B0
Version ID                    : V02
CLEI Code Number              : COM3K00BRA
Hardware Board Revision Number: 0x01

Switch  Ports  Model                SW Version  SW Image
-----  -
* 1      26      WS-C2960-24TT      12.2        C2960-LANBASE-M

Configuration register is 0xF
```

Εικόνα 6 Η εντολή show version

- Εκτελούμε την εντολή #show ip interface brief. Η εντολή αυτή μας δείχνει την κατάσταση των θυρών του switch.

Switch1

Physical Config **CLI**

IOS Command Line Interface

```
Switch#show ip interface brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status
Protocol
FastEthernet0/1    unassigned      YES manual up
FastEthernet0/2    unassigned      YES manual up
FastEthernet0/3    unassigned      YES manual up
FastEthernet0/4    unassigned      YES manual down
FastEthernet0/5    unassigned      YES manual down
FastEthernet0/6    unassigned      YES manual down
FastEthernet0/7    unassigned      YES manual down
FastEthernet0/8    unassigned      YES manual down
FastEthernet0/9    unassigned      YES manual down
FastEthernet0/10   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/11   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/12   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/13   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/14   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/15   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/16   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/17   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/18   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/19   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/20   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/21   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/22   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/23   unassigned      YES manual down
FastEthernet0/24   unassigned      YES manual down
GigabitEthernet0/1 unassigned      YES manual down
GigabitEthernet0/2 unassigned      YES manual down
Vlan1              unassigned      YES manual administratively down
```

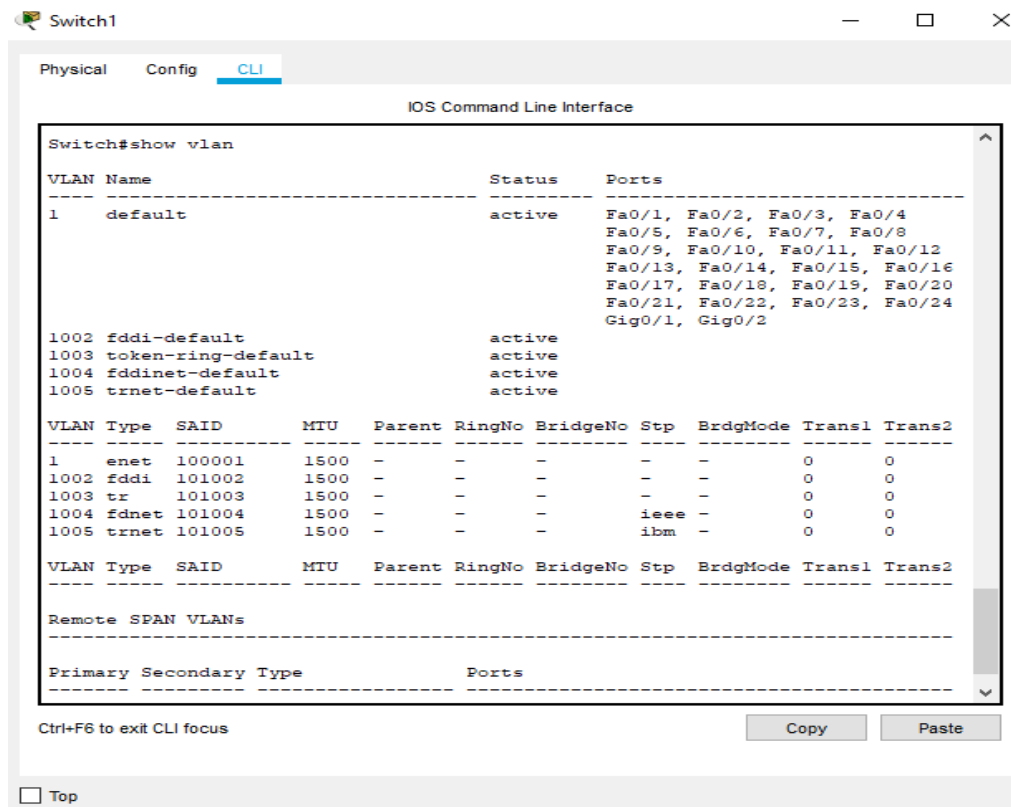
Ctrl+F6 to exit CLI focus

Copy Paste

Top

Εικόνα 7 Η εντολή Show ip interface brief

5. Βάζουμε IP διεύθυνση στο switch. Μπαίνοντας σε configuration exec mode πληκτρολογώντας το #configure terminal θα πατήσουμε το #interface vlan 1
#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
#no shutdown
#end
6. Εκτελούμε την εντολή #show vlan. Με την εντολή αυτή βλέπουμε ότι όλες οι πόρτες ανήκουν στο vlan 1.



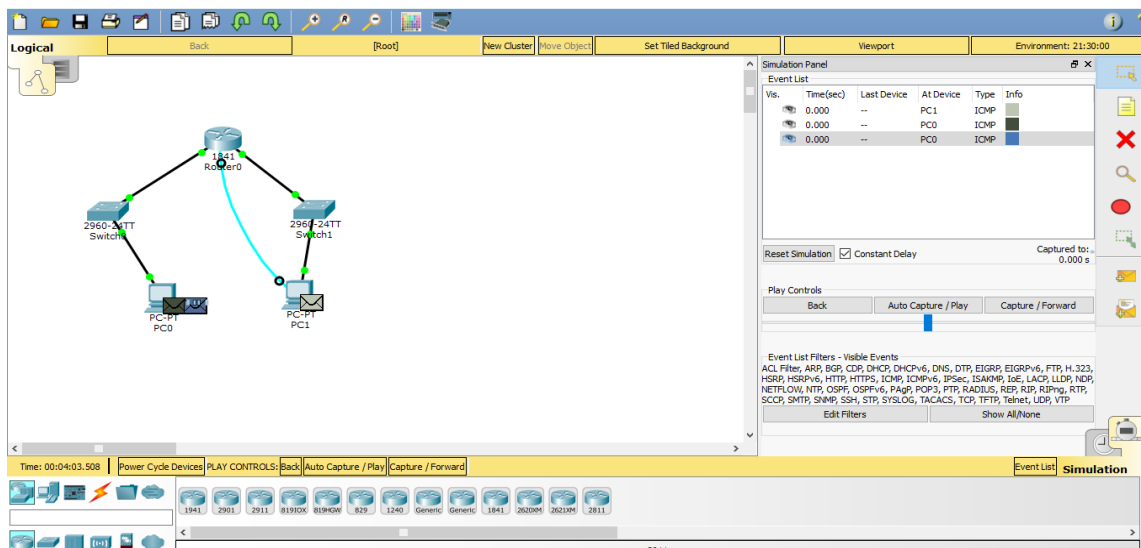
Εικόνα 8 Η εντολή show vlan

6.7 Σενάριο δεύτερο: Σύνδεση δύο τοπικών δικτύων με τη βοήθεια του δρομολογητή.

Στο σενάριο αυτό θα υλοποιηθεί η διασύνδεση δύο τοπικών δικτύων με την χρήση ενός router (υποθέτουμε ότι τα δίκτυα βρίσκονται σε κοντινή απόσταση). Η δρομολόγηση θα είναι στατική και θα πρέπει να αποδοθούν οι κατάλληλες IP διευθύνσεις.

➤ Στόχος της εργασίας:

- Ο τρόπος διασύνδεσης τοπικών δικτύων.
- Η εξοικείωση με το περιβάλλον γραμμής εντολών (command line interface-CLI) και η χρήση βασικών εντολών διαχείρισης δρομολογητή.
- Η διαδικασία ελέγχου λειτουργίας του δικτύου.



Εικόνα 9 Σύνδεση δύο τοπικών δικτύων με τη βοήθεια δρομολογητή

Αναλυτικά η τοπολογία αποτυπώνεται στην Εικόνα 9. Θα χρειαστούν: ένας δρομολογητής, δύο switch cisco 2960, και δύο τερματικές συσκευές που στην περίπτωση μας είναι οι υπολογιστές. Οι συσκευές συνδέονται μεταξύ τους με copper straight-through καλώδιο. Επίσης συνδέουμε το PC1 με τον router με console cable για να μπορούμε να κάνουμε τις απαραίτητες ρυθμίσεις στο

router μας. Στην Εικόνα 9 φαίνεται το δίκτυο μας και πώς έχουν συνδεθεί μεταξύ τους οι συσκευές.

➤ Για την υλοποίηση πρέπει:

- Να συνδέσουμε με καλώδιο console cable το router με το PC1
- Να βάλουμε κωδικό στο router το "cisco"(σε user exec mode και privilege exec mode).
- Να κρυπτογραφήσουμε τους κωδικούς που βάλαμε.
- Να τοποθετήσουμε IP και subnet mask.
- Να γίνει επαλήθευση της λειτουργίας του δικτύου (ping από έναν υπολογιστή στον άλλον).

Αναλυτικά το δίκτυο μας έχει τα εξής στοιχεία:

1. Ένα τοπικό δίκτυο LAN 1 με διεύθυνση δικτύου την 192.68.1.0 με μάσκα υποδικτύου (subnet mask) την 255.255.255.0 ή αλλιώς /24 με μέγιστη χωρητικότητα 254 hosts. Αυτό το τοπικό δίκτυο διαθέτει τα εξής στοιχεία:
 - ο Έναν host με διεύθυνση δικτύου 192.68.1.2, μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0 και πύλη (Gateway) 192.68.1.1
2. Ένα δεύτερο τοπικό δίκτυο LAN 2 που διαθέτει την διεύθυνση δικτύου 172.16.1.0 με μάσκα υποδικτύου (subnet mask) την 255.255.255.0 ή αλλιώς /24 με μέγιστη χωρητικότητα 254 hosts. Και αυτό το τοπικό δίκτυο διαθέτει μόνο έναν με IP διεύθυνση 172.16.1.2 μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0 και πύλη (Gateway) 172.16.1.1.
3. Έναν δρομολογητή με τουλάχιστον δυο interfaces. Και τα ακόλουθα στοιχεία:
 - ο Fa0/0 IP: 192.168.1.1, subnet mask: 255.255.255.0
 - ο Fa0/1 IP: 172.16.1.1, subnet mask: 255.255.255.0

Υλοποίηση

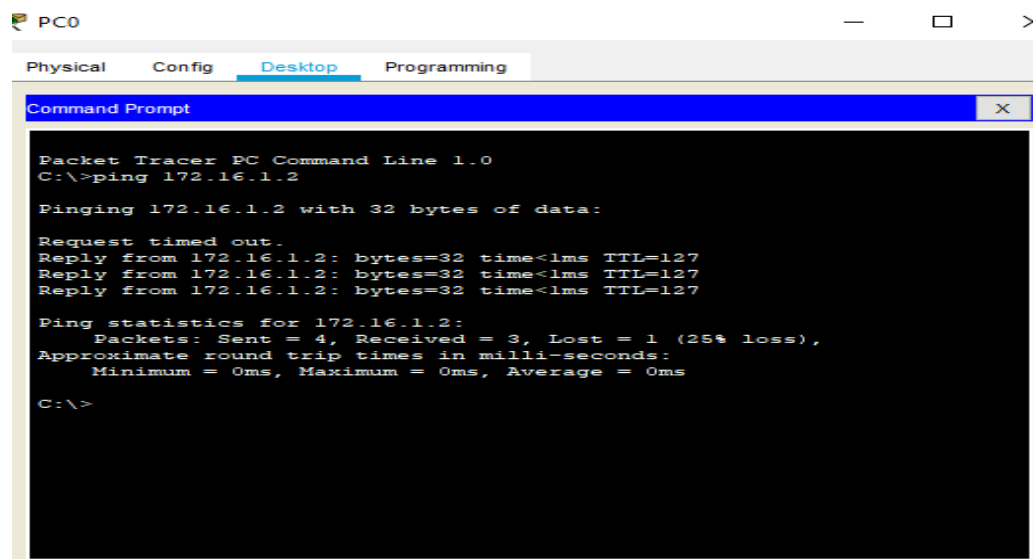
1. Αφού ανοίξουμε το cisco packet tracer τοποθετούμε τους κόμβους στο workspace του προγράμματος και κάνουμε τις απαραίτητες συνδέσεις.
2. Στις ρυθμίσεις των υπολογιστών βάζουμε τις διευθύνσεις που επιλέξαμε παραπάνω.
3. Ρύθμιση δρομολογητή
 - a. Περνάμε στον δρομολογητή και στο CLI.
 - b. Κατά την εκκίνηση του CLI θα μας εμφανίσει ένα μήνυμα που λέει "Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]:" πληκτρολογούμε το γράμμα n και πατάμε το κουμπί enter. Μετά ξαναπατάμε άλλη μία το Enter για να μας εμφανίσει την κονσόλα (user EXEC mode). Αφού το κάνουμε αυτό πληκτρολογούμε τις παρακάτω εντολές.
 - c. Βάζουμε κωδικό σε user exec mode το "cisco":

```
Router> enable
Router# configure terminal
```

- ```
Router# line console 0
Router(config-line)# password cisco
Router(config-line)# login
Router(config-line)# end
```
- d. Βάζουμε κωδικό σε privilege exec mode το "cisco":
- ```
Router# configure terminal
Router(config)# enable secret cisco
Router(config)# exit
```
- e. Κάνουμε κρυπτογράφηση των κωδικών που βάλαμε:
- ```
Router# configure terminal
Router(config)# service password-encryption
```
- f. Router> enable
- ```
Router# configure terminal
Router(config)# interface fastethernet 0/0
Router(config-if)# ip address 192.68.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit
```
- ```
Router(config)# interface fastethernet 0/1
Router(config-if)# ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit
```

## Έλεγχος Λειτουργίας

Από τον host του LAN1 και με τη βοήθεια του CMD (Command Prompt) κάνουμε ping στην IP του host στο LAN2. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

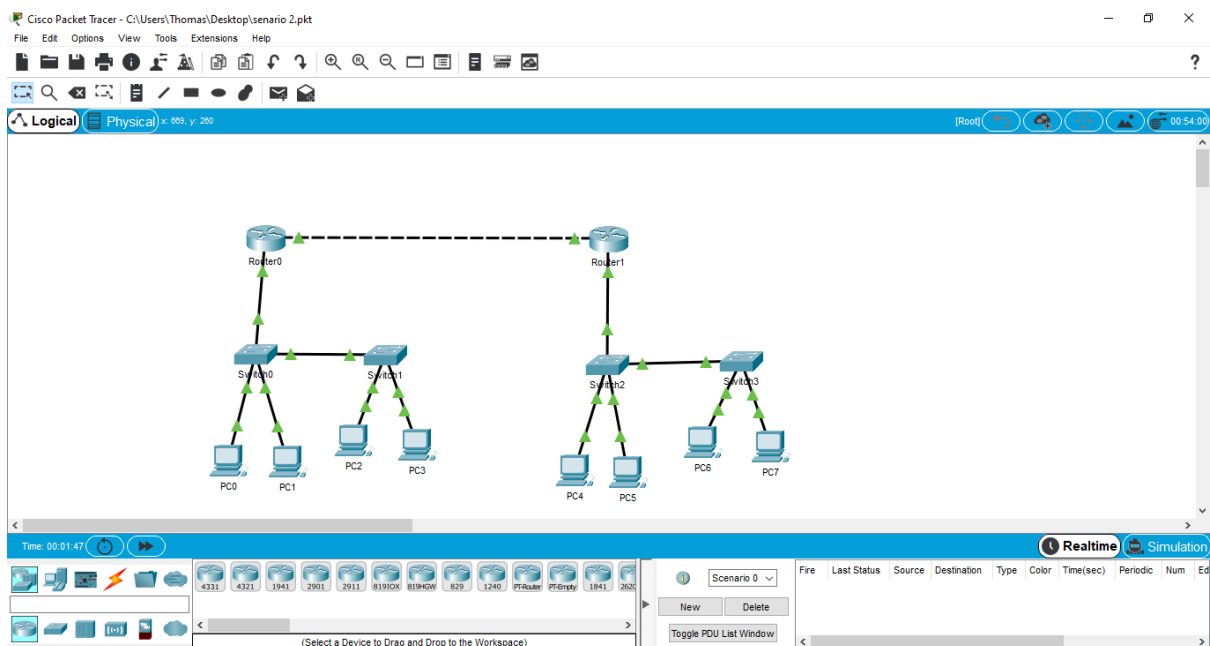


Εικόνα 10 ping στον host 172.16.1.2

## 6.8 Σενάριο Τρίτο: Δημιουργία δικτύου με σύνδεση δύο δρομολογητών.

Στο σενάριο αυτό θα πραγματοποιηθεί η σύνδεση μεταξύ δύο τοπικών δικτύων που βρίσκονται σε σχετικά μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Για το λόγο αυτό θα χρησιμοποιηθούν δύο δρομολογητές. Με την διαδικασία αυτή μπορούμε να συνδέσουμε παραπάνω από έναν δρομολογητή στο δίκτυο μας ώστε να μπορούμε να επεκτείνουμε το δίκτυο μας. Η διαδικασία αυτή μας βοηθάει για παράδειγμα σε ένα δίκτυο μια επιχείρησης που λειτουργεί παραρτήματα σε διαφορετικές γεωγραφικά περιοχές.

- Στόχος της εργασίας είναι να γνωρίσει και να παρουσιάσει:
  - τον τρόπο διασύνδεσης των δρομολογητών τον τρόπο διαμόρφωσης για ορθή επικοινωνία μεταξύ τους.
  - Την απόδοση στατικών IP σε κάθε δίκτυο και τον ορισμό της default gateway στο κάθε δίκτυο.
  - Την εξοικείωση με το περιβάλλον γραμμής εντολών (command line interface-CLI) και τη χρήση βασικών εντολών διαχείρισης δρομολογητή.
  - Την διαδικασία ελέγχου λειτουργίας του δικτύου.



Εικόνα 11 Δημιουργία δικτύου με περισσότερους δρομολογητές

Αναλυτικά η τοπολογία αποτυπώνεται στην Εικόνα 11. Θα χρειαστούν: δύο δρομολογητές, τέσσερα switch cisco 2960, και οχτώ τερματικές συσκευές όπου στην περίπτωση μας είναι οι υπολογιστές. Οι δρομολογητές συνδέονται μεταξύ τους με καλώδιο copper cross-over και οι υπόλοιπες συσκευές συνδέονται με straight-through καλώδιο. Στην εικόνα 11 φαίνεται πως έχουν συνδεθεί οι συσκευές μεταξύ τους.

➤ Για την υλοποίηση πρέπει:

- Να βάλουμε κωδικό στο router0 το "cisco" σε user exec mode και το "cisco" σε privilege exec mode
- Να βάλουμε τους ίδιους κωδικούς στο router1
- Να γίνει κρυπτογράφηση των κωδικών και στα δύο router.
- Να γραφτεί ένα προειδοποιητικό μήνυμα όταν κάποιος χρήστης εισέρχεται στο CLI περιβάλλον των router.
- Να τοποθετήσουμε IP και subnet mask
- Να γίνει επαλήθευση της λειτουργίας του δικτύου (ping από έναν υπολογιστή στον άλλον).

Αναλυτικά το δίκτυο μας έχει τα εξής στοιχεία:

1. Ένα τοπικό δίκτυο LAN 1 με διεύθυνση δικτύου την 192.168.1.0 με μάσκα υποδικτύου (subnet mask) την 255.255.255.0 ή αλλιώς /24 με μέγιστη χωρητικότητα 254 hosts. Αυτό το τοπικό δίκτυο διαθέτει τα εξής στοιχεία:
  - Έναν host με διεύθυνση δικτύου 192.168.1.2, μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0 και πύλη (Gateway) 192.168.1.1
  - Έναν host με διεύθυνση δικτύου 192.168.1.3, μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0 και πύλη (Gateway) 192.168.1.1
2. Ένα τοπικό δίκτυο LAN 2 με διεύθυνση δικτύου την 192.168.1.30 με μάσκα υποδικτύου (subnet mask) την 255.255.255.0 ή αλλιώς /24 με μέγιστη χωρητικότητα 254 hosts. Αυτό το τοπικό δίκτυο διαθέτει τα εξής στοιχεία:
  - Έναν host με διεύθυνση δικτύου 172.168.1.31, μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0 και πύλη (Gateway) 172.168.1.1.
  - Έναν host με διεύθυνση δικτύου 172.168.1.32, μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0 και πύλη (Gateway) 172.168.1.1
3. Ένα τοπικό δίκτυο LAN 3 με διεύθυνση δικτύου την 172.168.1.0 με μάσκα υποδικτύου (subnet mask) την 255.255.255.0 ή αλλιώς /24 με μέγιστη χωρητικότητα 254 hosts. Αυτό το τοπικό δίκτυο διαθέτει τα εξής στοιχεία:

- Έναν host με διεύθυνση δικτύου 172.168.1.2, μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0 και πύλη (Gateway) 172.168.1.1.
  - Έναν host με διεύθυνση δικτύου 172.168.1.3, μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0 και πύλη (Gateway) 172.168.1.1
4. Ένα τοπικό δίκτυο LAN 4 με διεύθυνση δικτύου την 172.168.1.30 με μάσκα υποδικτύου (subnet mask) την 255.255.255.0 ή αλλιώς /24 με μέγιστη χωρητικότητα 254 hosts. Αυτό το τοπικό δίκτυο διαθέτει τα εξής στοιχεία:
- Έναν host με διεύθυνση δικτύου 172.168.131, μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0 και πύλη (Gateway) 172.168.1.1.
  - Έναν host με διεύθυνση δικτύου 172.168.1.32, μάσκα υποδικτύου την 255.255.255.0 και πύλη (Gateway) 172.168.1.1
5. Έναν δρομολογητή με τουλάχιστον δυο interfaces. Και τα ακόλουθα στοιχεία:
- a. Fa0/0 IP: 10.0.0.1, subnet mask: 255.0.0.0
  - b. Fa0/1 IP: 192.168.1.1, subnet mask: 255.255.255.0
6. Έναν δρομολογητή με τουλάχιστον δυο interfaces. Και τα ακόλουθα στοιχεία:
- a. Fa0/0 IP: 10.0.0.2, subnet mask: 255.0.0.0
  - b. Fa0/1 IP: 172.168.1.1, subnet mask: 255.255.255.0

## Υλοποίηση

1. Αφού ανοίξουμε το cisco packet tracer τοποθετούμε τους κόμβους στο workspace του προγράμματος και κάνουμε τις απαραίτητες συνδέσεις.
2. Στις ρυθμίσεις των υπολογιστών βάζουμε τις διευθύνσεις που επιλέξαμε παραπάνω.
3. Ρύθμιση για κάθε δρομολογητή
  - a. Περνάμε στον δρομολογητή και στο CLI.
  - b. Κατά την εκκίνηση του CLI θα μας εμφανίσει ένα μήνυμα που λέει "Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]:" πληκτρολογούμε το γράμμα n και πατάμε το κουμπί enter. Μετά ξαναπατάμε άλλη μία το Enter για να μας εμφανίσει την κονσόλα (user EXEC mode). Αφού το κάνουμε αυτό πληκτρολογούμε τις παρακάτω εντολές.
  - c. Βάζουμε κωδικό σε user exec mode το "cisco":
 

```
Router> enable
Router# configure terminal
Router# line console 0
Router(config-line)# password cisco
Router(config-line)# login
Router(config-line)# end
```
  - d. Βάζουμε κωδικό σε privilege exec mode το "cisco":
 

```
Router# configure terminal
Router(config)# enable secret cisco
Router(config)# exit
```
  - e. Κάνουμε κρυπτογράφηση των κωδικών που βάλαμε:
 

```
Router# configure terminal
Router(config)# service password-encryption
```
  - f. Βάζουμε το μήνυμα προειδοποίησης:
 

```
Router# configure terminal
```

```
Router(config)# banner motd #Authorized Access Only#
```

g. Βάζουμε της IP διευθύνσεις:

- Για το router0 έχουμε:
 

```
Router> enable
Router# configure terminal
Router(config)# interface fastethernet 0/0
Router(config-if)# ip address 10.0.0.1 255.0.0.0
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit

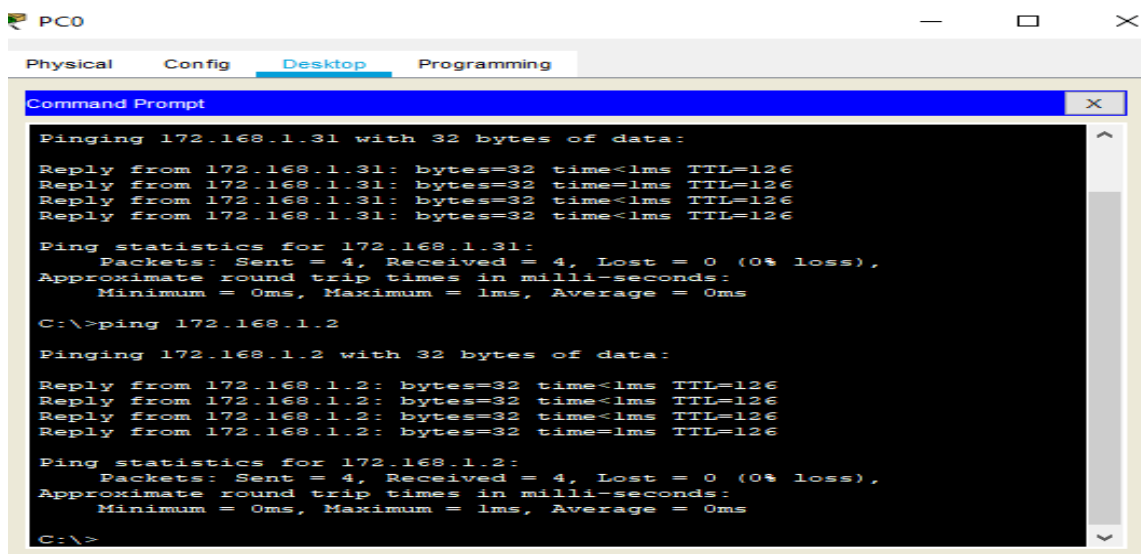
Router(config)# interface fastethernet 0/1
Router(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit
```
- Για το router1 έχουμε:
 

```
Router> enable
Router# configure terminal
Router(config)# interface fastethernet 0/0
Router(config-if)# ip address 10.0.0.2 255.0.0.0
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit

Router(config)# interface fastethernet 0/1
Router(config-if)# ip address 172.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit
```

## Έλεγχος Λειτουργίας

Από τον host του LAN1 και με τη βοήθεια του CMD (Command Prompt) κάνουμε ping στην IP του host στο LAN4 και στην IP του host στο LAN3. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

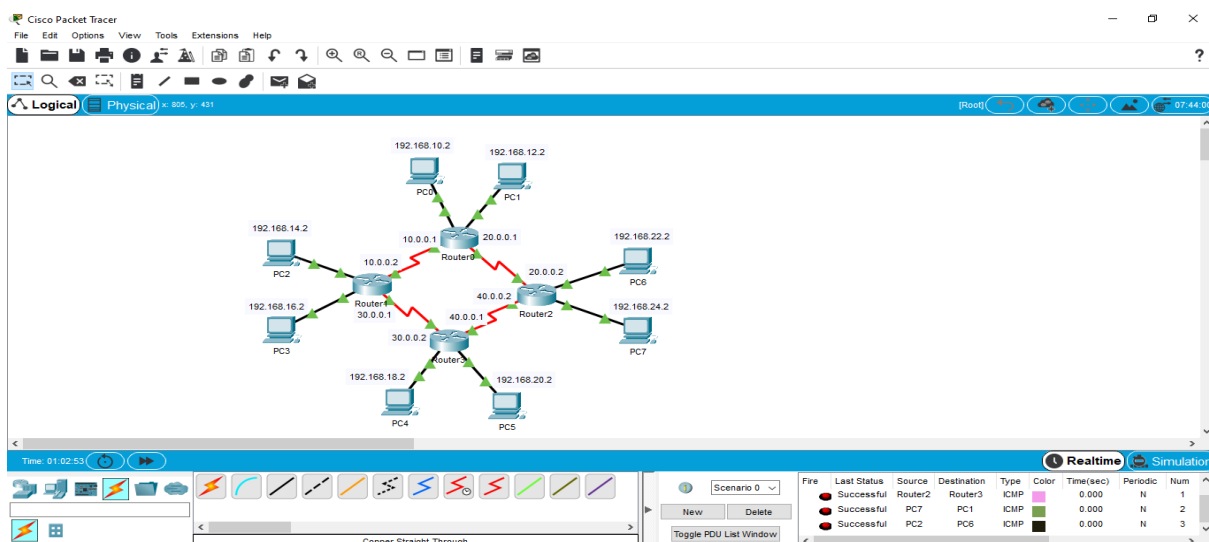


Εικόνα 12 ping από τον host του LAN 1 στους host των LAN 3 και 4

## 6.9 Σενάριο τέταρτο: Δημιουργία δικτύου με το RIP Πρωτόκολλο.

Στο σενάριο αυτό θα υλοποιηθεί σύνδεση τεσσάρων router ώστε να μπορέσουμε μετέπειτα να χρησιμοποιήσουμε το RIP πρωτόκολλο για την επικοινωνία μεταξύ τους. Υπενθυμίζουμε ότι το RIP πρωτόκολλο χρησιμοποιείται για την αποφυγή των βρόχων, εφαρμόζοντας ένα όριο αριθμών αλμάτων που επιτρέπουν την διαδρομή από την πηγή προς τον προορισμό.

- Στόχος της εργασίας να παρουσιάσει και να εξηγήσει:
  - Την λειτουργία του RIP πρωτοκόλλου μέσα σε ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον δικτύου.
  - Την δημιουργία ενός δικτύου με περισσότερους από 2 (4 στην συγκεκριμένη περίπτωση) δρομολογητές.
  - τον τρόπο διασύνδεσης των συσκευών.
  - Την διαχείριση από command line interface-CLI του δρομολογητή για τον καθορισμό των παραμέτρων του RIP πρωτοκόλλου.
  - την διαδικασία ελέγχου λειτουργίας του δικτύου.



Εικόνα 13 Δίκτυο με RIP πρωτόκολλο

Αναλυτικά η τοπολογία αποτυπώνεται στην Εικόνα 13. Θα χρειαστούν: τέσσερις δρομολογητές και οχτώ τερματικές συσκευές, όπου στην περίπτωση μας είναι οι υπολογιστές. Οι υπολογιστές συνδέονται με τα router με straight-through καλώδιο, ενώ οι δρομολογητές συνδέονται με serial DCE. Στην εικόνα 13 φαίνεται το δίκτυο και πώς έχουν συνδεθεί οι συσκευές μεταξύ τους.

➤ Για την υλοποίηση πρέπει:

- Να συνδέσουμε τις συσκευές μεταξύ τους.
- Να βάλουμε τις κατάλληλες IP και subnet mask στις συσκευές μας.
- Να εφαρμόσουμε το RIP πρωτόκολλο.
- Να γίνει επαλήθευση του δικτύου (ping από έναν υπολογιστή στο άλλον).

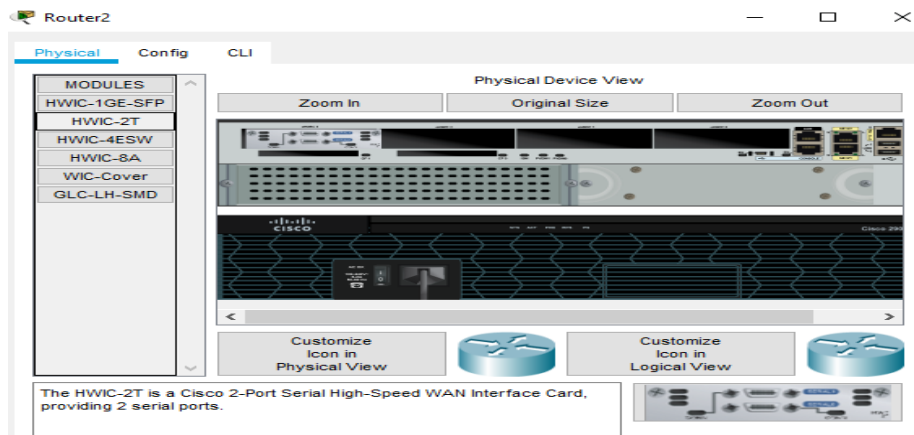
Αναλυτικά το δίκτυο μας έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Έναν δρομολογητή με δύο hosts, δύο serial θύρες, δύο interfaces και τα ακόλουθα στοιχεία:
  - Host με διεύθυνση 192.168.10.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.10.1
  - Host με διεύθυνση 192.168.12.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.12.1
  - G0/0 IP: 192.168.10.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - G0/1 IP: 192.168.12.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - Serial 0/3/0 IP: 10.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/3/1 IP: 20.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
2. Έναν δρομολογητή με δύο hosts, δύο serial θύρες, δύο interfaces και τα ακόλουθα στοιχεία:
  - Host με διεύθυνση 192.168.14.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.14.1
  - Host με διεύθυνση 192.168.16.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.16.1
  - G0/0 IP: 192.168.14.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - G0/1 IP: 192.168.16.1, subnet mask: 255.255.255.0

- Serial 0/3/0 IP: 10.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/3/1 IP: 30.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
3. Έναν δρομολογητή με δύο hosts, δύο serial θύρες, δύο interfaces και τα ακόλουθα στοιχεία:
- Host με διεύθυνση 192.168.18.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.18.1
  - Host με διεύθυνση 192.168.20.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.20.1
  - G0/0 IP: 192.168.18.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - G0/1 IP: 192.168.20.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - Serial 0/3/0 IP: 40.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/3/1 IP: 30.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0
4. Έναν δρομολογητή με δύο hosts, δύο serial θύρες, δύο interfaces και τα ακόλουθα στοιχεία:
- Host με διεύθυνση 192.168.22.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.22.1
  - Host με διεύθυνση 192.168.24.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.24.1
  - G0/0 IP: 192.168.22.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - G0/1 IP: 192.168.24.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - Serial 0/3/0 IP: 40.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/3/1 IP: 20.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0

## Υλοποίηση

1. Αφού ανοίξουμε το cisco packet tracer τοποθετούμε τους κόμβους στο workspace του προγράμματος και κάνουμε τις απαραίτητες συνδέσεις.
2. Βάζουμε σε κάθε router το Module HWIC-2T όπως φαίνεται και στην εικόνα 14 κάτω, ώστε οι δρομολογητές να αποκτήσουν serial θύρες. Προσοχή. Θα πρέπει να απενεργοποιήσουμε το router μας όταν το τοποθετήσουμε και στην συνέχεια να το ανάψουμε πάλι (κουμπάκι on/off).



Εικόνα 14 Εισαγωγή εξαρτήματος HWIC-2T στο router2

3. Στις ρυθμίσεις των υπολογιστών βάζουμε τις διευθύνσεις που επιλέξαμε παραπάνω.
4. Ρύθμιση δρομολογητή
  - a. Περνάμε στον δρομολογητή και στο CLI
  - b. Πληκτρολογούμε τις παρακάτω εντολές:

Router 0: Router>enable

Router# configure terminal

Router(config)#router rip

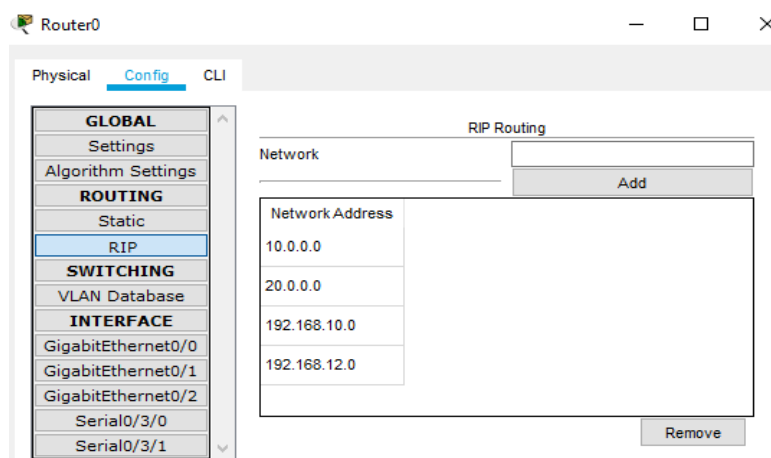
Router(config-router)# network 192.168.10.0

Router(config-router)# network 192.168.12.0

Router(config-router)# network 10.0.0.0

Router(config-router)# network 20.0.0.0

Router(config-router)# end



Εικόνα 15 RIP routing στο router0

Router1: Router>enable

Router# configure terminal

Router(config)#router rip

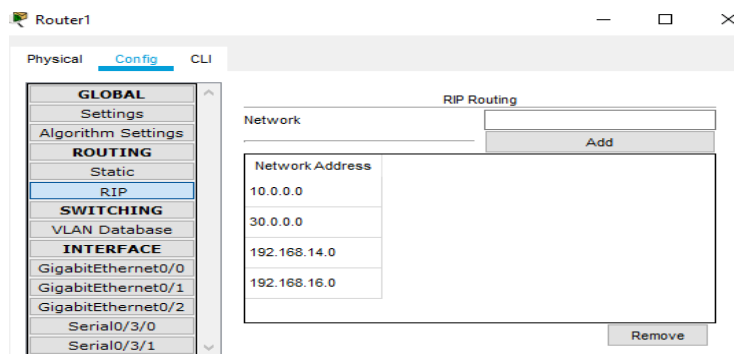
Router(config-router)# network 192.168.14.0

Router(config-router)# network 192.168.16.0

Router(config-router)# network 10.0.0.0

Router(config-router)# network 30.0.0.0

Router(config-router)# end



Εικόνα 16 RIP routing στο router1

Router2: Router>enable

Router# configure terminal

Router(config)#router rip

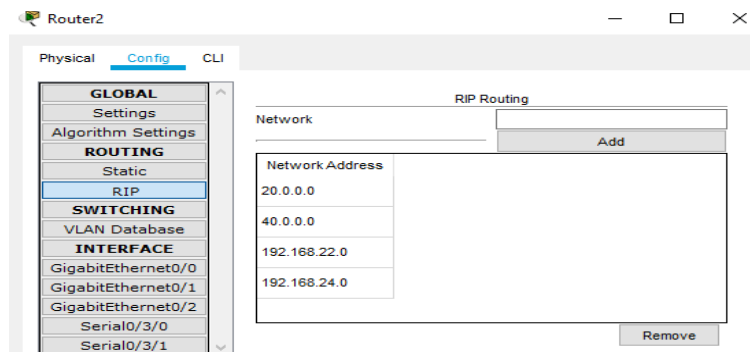
Router(config-router)# network 192.168.22.0

Router(config-router)# network 192.168.24.0

Router(config-router)# network 40.0.0.0

Router(config-router)# network 20.0.0.0

Router(config-router)# end

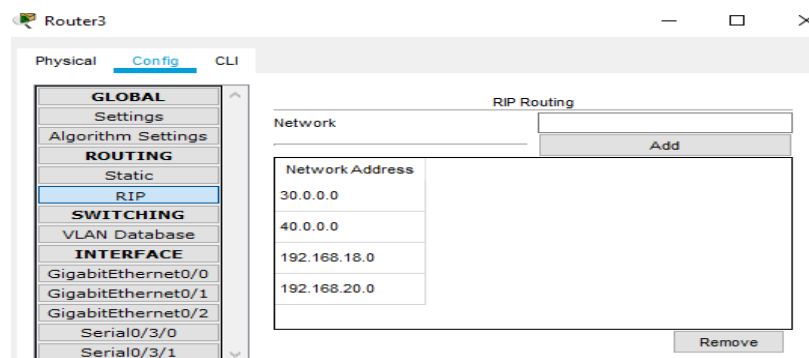


Εικόνα 17 RIP routing στο router2

```

Router3: Router>enable
Router# configure terminal
Router(config)#router rip
Router(config-router)# network 192.168.18.0
Router(config-router)# network 192.168.20.0
Router(config-router)# network 30.0.0.0
Router(config-router)# network 40.0.0.0
Router(config-router)# end

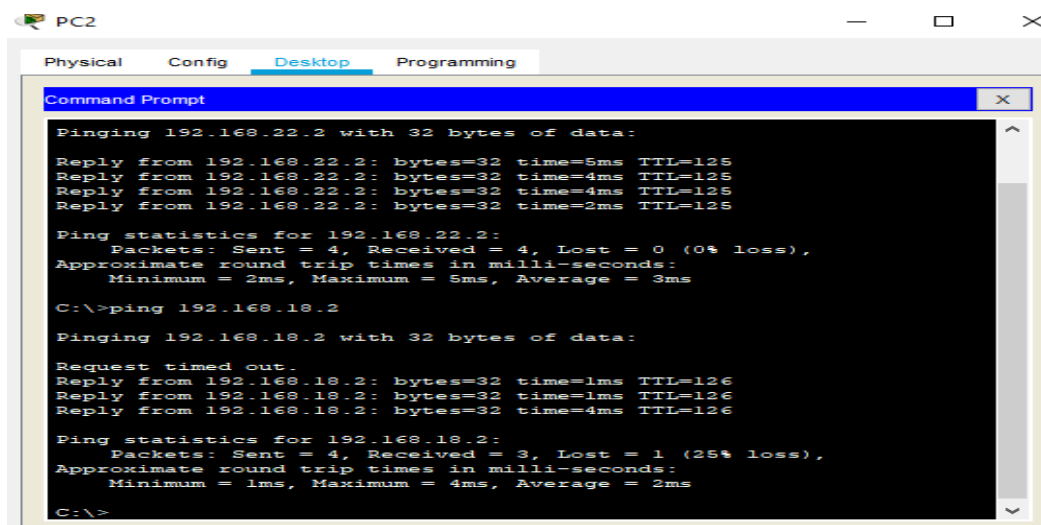
```



Εικόνα 18 RIP routing στο router3

## Έλεγχος λειτουργίας

Από τον host του router1 και με την βοήθεια του CMD(Command Prompt) κάνουμε ping στην IP του host στο router2 και στην IP του host στο router3. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

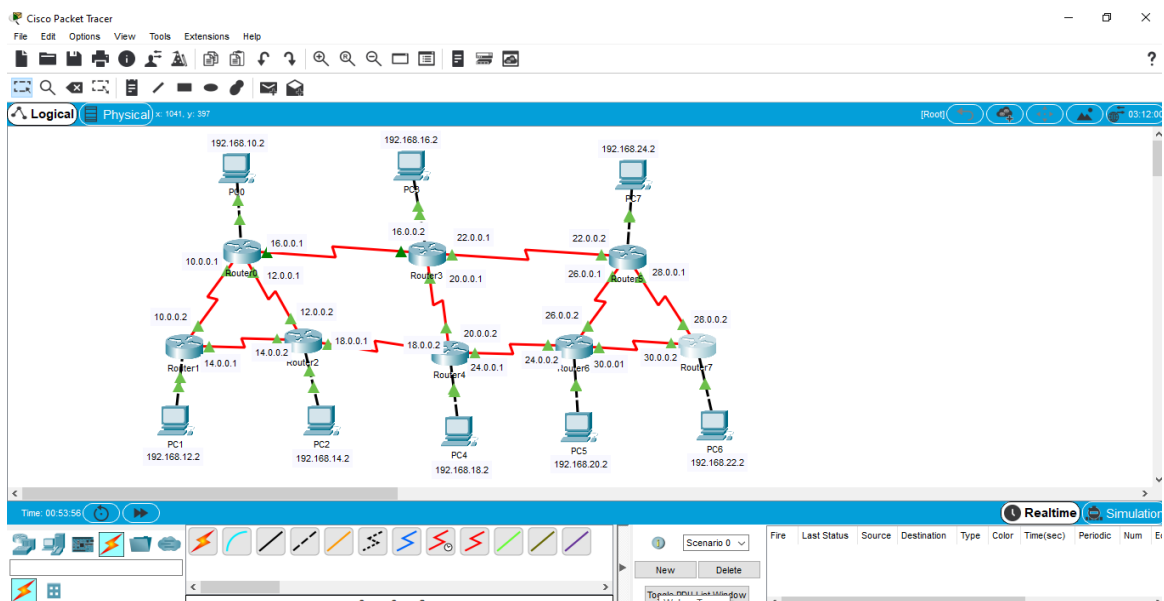


Εικόνα 19 Ping από το PC2 στο PC6 και στο PC4

## 6.10 Σενάριο πέμπτο: Δημιουργία δικτύου με το OSPF πρωτόκολλο

Στο σενάριο αυτό θα υλοποιηθεί σύνδεση οχτώ router ώστε να μπορέσουμε μετέπειτα να χρησιμοποιήσουμε το OSPF πρωτόκολλο για την επικοινωνία μεταξύ τους. Υπενθυμίζουμε ότι το OSPF πρωτόκολλο είναι ένα ιεραρχικό πρωτόκολλο δρομολόγησης εσωτερικών πυλών με βάση την κατάσταση σύνδεσης, για δρομολόγηση σε δίκτυα υπολογιστών.

- Στόχος της εργασίας να παρουσιάσει και να εξηγήσει:
  - Την λειτουργία του OSPF πρωτοκόλλου μέσα σε ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον δικτύου.
  - Την δημιουργία ενός δικτύου με 8 δρομολογητές.
  - Τον τρόπο διασύνδεσης των συσκευών.
  - Τον καθορισμό των IP διευθύνσεων και των κανόνων του OSPF με τη χρήση του CLI.
  - Την διαδικασία ελέγχου λειτουργίας του δικτύου



Εικόνα 20 Δικτύου με OSPF πρωτόκολλο

Αναλυτικά η τοπολογία αποτυπώνεται στην εικόνα 20. Θα χρειαστούν: οχτώ δρομολογητές router cisco 1841, και οχτώ τερματικές συσκευές (μία για κάθε router). Οι υπολογιστές θα συνδεθούν με τα router με καλώδιο copper cross-over, και οι δρομολογητές με καλώδιο serial DCE. Στην εικόνα 20 φαίνεται το δίκτυο μας και πώς έχουν συνδεθεί οι συσκευές μεταξύ τους.

➤ Για την υλοποίηση πρέπει:

- Να συνδέσουμε τις συσκευές μεταξύ τους.
- Να βάλουμε τις κατάλληλες IP και subnet mask στις συσκευές μας.
- Να εφαρμόσουμε το OSPF πρωτόκολλο.
- Να γίνει επαλήθευση του δικτύου (ping από έναν υπολογιστή στο άλλον).

Αναλυτικά το δίκτυο μας έχει τα εξής στοιχεία:

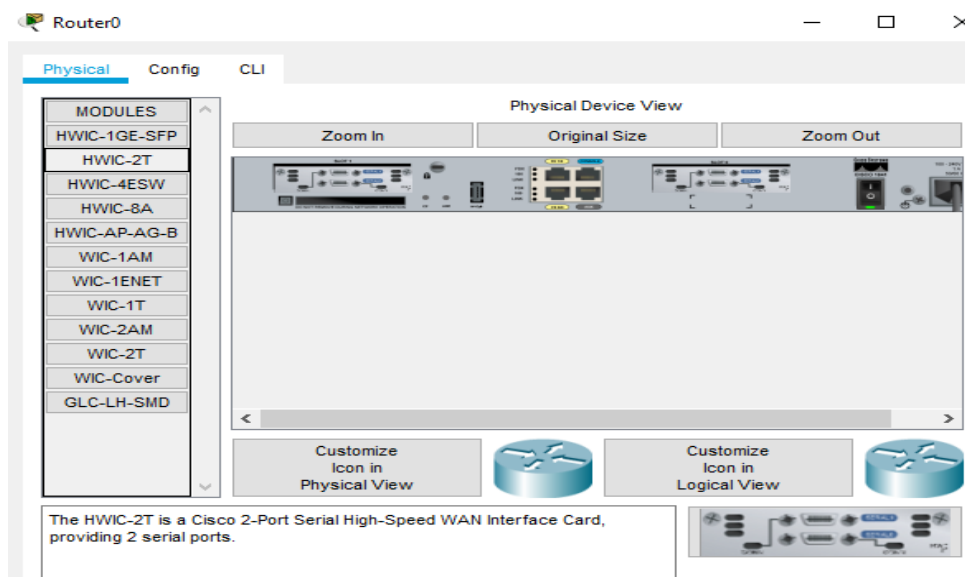
1. Έναν δρομολογητή (router0) με ένα hosts, τρεις serial θύρες, ένα interfaces και τα ακόλουθα στοιχεία:
  - Host με διεύθυνση 192.168.10.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.10.1
  - F0/0 IP: 192.168.18.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - Serial 0/1/0 IP: 10.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/0/0 IP: 16.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/1/1 IP: 12.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
2. Έναν δρομολογητή (router1) με ένα hosts, δύο serial θύρες, ένα interfaces και τα ακόλουθα στοιχεία:
  - Host με διεύθυνση 192.168.12.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.12.1
  - F0/0 IP: 192.168.12.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - Serial 0/1/0 IP: 10.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/0/0 IP: 14.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
3. Έναν δρομολογητή (router2) με ένα hosts, τρεις serial θύρες, ένα interfaces και τα ακόλουθα στοιχεία:

- Host με διεύθυνση 192.168.14.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.14.1
  - F0/0 IP: 192.168.14.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - Serial 0/0/1 IP: 18.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/0/0 IP: 14.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/1/1 IP: 12.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0
4. Έναν δρομολογητή (router3) με ένα hosts, τρεις serial θύρες, ένα interfaces και τα ακόλουθα στοιχεία:
- Host με διεύθυνση 192.168.16.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.16.1
  - F0/0 IP: 192.168.16.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - Serial 0/0/1 IP: 22.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/0/0 IP: 16.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/1/0 IP: 20.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
5. Έναν δρομολογητή (router4) με ένα hosts, τρεις serial θύρες, ένα interfaces και τα ακόλουθα στοιχεία:
- Host με διεύθυνση 192.168.18.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.18.1
  - F0/0 IP: 192.168.18.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - Serial 0/0/1 IP: 18.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/0/0 IP: 24.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/1/0 IP: 20.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0
6. Έναν δρομολογητή (router5) με ένα hosts, τρεις serial θύρες, ένα interfaces και τα ακόλουθα στοιχεία:
- Host με διεύθυνση 192.168.24.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.24.1
  - F0/0 IP: 192.168.24.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - Serial 0/0/1 IP: 22.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/1/0 IP: 26.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/0/0 IP: 28.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
7. Έναν δρομολογητή (router6) με ένα hosts, τρεις serial θύρες, ένα interfaces και τα ακόλουθα στοιχεία:
- Host με διεύθυνση 192.168.20.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.20.1

- F0/0 IP: 192.168.20.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - Serial 0/1/0 IP: 26.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/0/0 IP: 24.0.0., subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/0/1 IP: 30.0.0.1, subnet mask 255.0.0.0
8. Έναν δρομολογητή (router7) με ένα hosts, δύο serial θύρες, ένα interfaces και τα ακόλουθα στοιχεία:
- Host με διεύθυνση 192.168.22.2, μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 και default gateway 192.168.22.1
  - F0/0 IP: 192.168.22.1, subnet mask: 255.255.255.0
  - Serial 0/0/0 IP: 28.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0
  - Serial 0/0/1 IP: 30.0.0.2, subnet mask 255.0.0.0

## Υλοποίηση

1. Αφού ανοίξουμε το cisco packet tracer τοποθετούμε τους κόμβους στο workspace του προγράμματος και κάνουμε τις απαραίτητες συνδέσεις.
2. Βάζουμε σε κάθε router από δύο Module HWIC-2T όπως φαίνεται και στην εικόνα 21 κάτω, ώστε οι δρομολογητές να αποκτήσουν serial θύρες. Προσοχή. Θα πρέπει να απενεργοποιήσουμε το router μας όταν το τοποθετήσουμε και στην συνέχεια να το ανάψουμε πάλι (κουμπάκι on/off).



Εικόνα 21 Προσθήκη HWIC-2T στο router0

### 3. Ρύθμιση δρομολογητή

c. Περνάμε στον δρομολογητή και στο CLI

d. Πληκτρολογούμε τις παρακάτω εντολές:

Router 0:

```
Router>enable
```

```
Router# conf term
```

```
Router(config)#router ospf 10
```

```
Router(config-router)# network 10.0.0.0 255.0.0.0 area 0
```

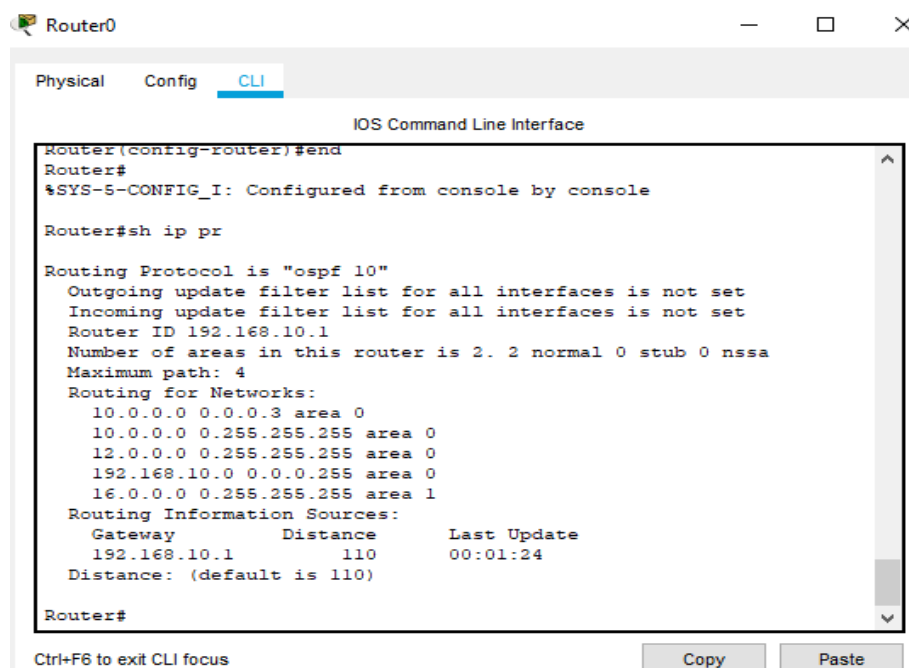
```
Router(config-router)# network 12.0.0.0 255.0.0.0 area 0
```

```
Router(config-router)# network 192.168.10.0
255.255.255.0 area 0
```

```
Router(config-router)# network 16.0.0.0 255.0.0.0 area 1
```

```
Router(config-router)# end
```

Έπειτα πληκτρολογούμε το `#sh ip pr` (για να δούμε τι δείχνει το πρωτόκολλο OSPF που μόλις σεταρίστηκε)



The screenshot shows a window titled 'Router0' with a tab labeled 'CLI'. The text inside the window is as follows:

```
Router(config-router)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#sh ip pr

Routing Protocol is "ospf 10"
 Outgoing update filter list for all interfaces is not set
 Incoming update filter list for all interfaces is not set
 Router ID 192.168.10.1
 Number of areas in this router is 2. 2 normal 0 stub 0 nssa
 Maximum path: 4
 Routing for Networks:
 10.0.0.0 0.0.0.0.3 area 0
 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
 12.0.0.0 0.255.255.255 area 0
 192.168.10.0 0.0.0.255 area 0
 16.0.0.0 0.255.255.255 area 1
 Routing Information Sources:
 Gateway Distance Last Update
 192.168.10.1 110 00:01:24
 Distance: (default is 110)

Router#
```

At the bottom of the window, there is a status bar that says 'Ctrl+F6 to exit CLI focus' and two buttons labeled 'Copy' and 'Paste'.

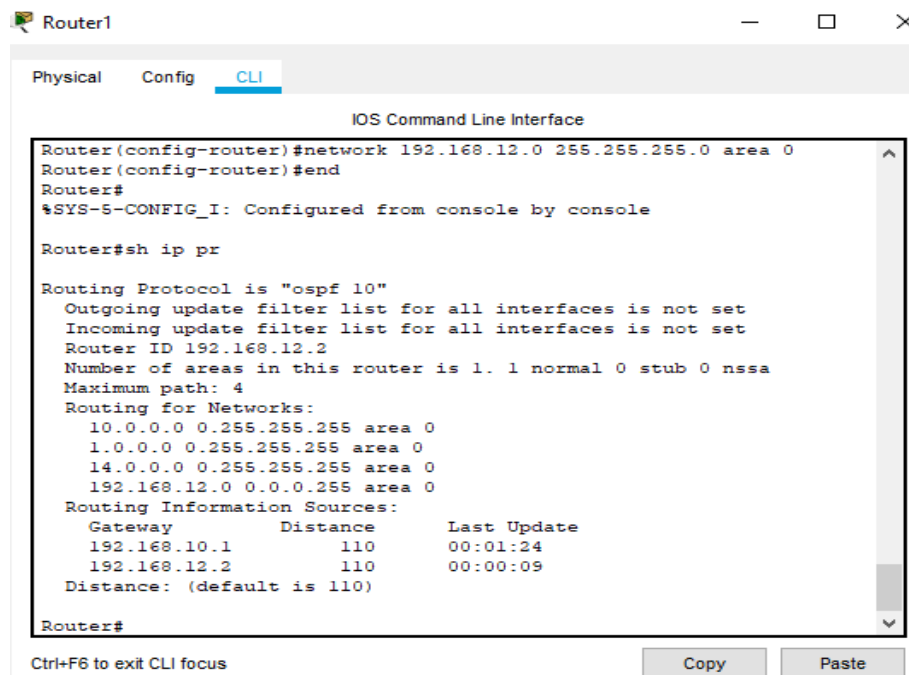
Εικόνα 22 Αποτελέσματα εντολής `#show ip pr` στο router0

Router1:

```
Router>enable
```

```
Router# conf term
```

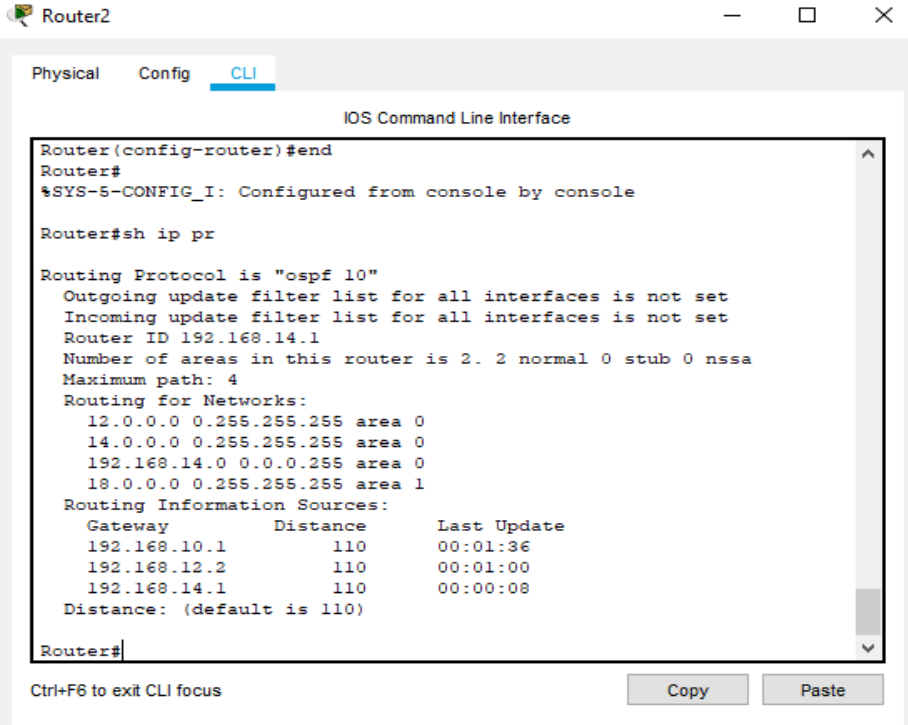
```
Router(config)#router ospf 10
Router(config-router)# network 10.0.0.0 255.0.0.0 area 0
Router(config-router)# network 14.0.0.0 255.0.0.0 area 0
Router(config-router)# network 192.168.12.0
255.255.255.0 area 0
Router(config-router)# end
Έπειτα πληκτρολογούμε το #sh ip pr (για να δούμε τι
δείχνει το πρωτόκολλο OSPF που μόλις σεταρίστηκε)
```



Εικόνα 23 Αποτελέσματα εντολής #sh ip pr στο router1

```
Router2:
Router>enable
Router# conf term
Router(config)#router ospf 10
Router(config-router)# network 12.0.0.0 255.0.0.0 area
Router(config-router)# network 14.0.0.0 255.0.0.0 area 0
Router(config-router)# network 192.168.14.0
255.255.255.0 area 0
Router(config-router)# network 18.0.0.0 255.0.0.0 area 1
Router(config-router)# end
```

Έπειτα πληκτρολογούμε το #sh ip pr (για να δούμε τι δείχνει το πρωτόκολλο OSPF που μόλις σεταρίστηκε)



The screenshot shows a Cisco Router CLI window titled "Router2". The window has tabs for "Physical", "Config", and "CLI", with "CLI" selected. The main area displays the output of the "sh ip pr" command. The output shows that OSPF is configured with ID 192.168.14.1, 2 areas, and a maximum path of 4. It lists the networks 12.0.0.0, 14.0.0.0, 192.168.14.0, and 18.0.0.0, all in area 0 or 1. It also shows the routing information sources with gateways 192.168.10.1, 192.168.12.2, and 192.168.14.1, all with a distance of 110. The window includes a "Copy" button and a "Paste" button at the bottom right.

```
Router(config-router)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#sh ip pr

Routing Protocol is "ospf 10"
 Outgoing update filter list for all interfaces is not set
 Incoming update filter list for all interfaces is not set
 Router ID 192.168.14.1
 Number of areas in this router is 2. 2 normal 0 stub 0 nssa
 Maximum path: 4
 Routing for Networks:
 12.0.0.0 0.255.255.255 area 0
 14.0.0.0 0.255.255.255 area 0
 192.168.14.0 0.0.0.255 area 0
 18.0.0.0 0.255.255.255 area 1
 Routing Information Sources:
 Gateway Distance Last Update
 192.168.10.1 110 00:01:36
 192.168.12.2 110 00:01:00
 192.168.14.1 110 00:00:08
 Distance: (default is 110)

Router#
```

Εικόνα 24 Αποτελέσματα εντολής #sh ip pr στο router2

Router3:

Router>enable

Router# conf term

Router(config)#router ospf 10

Router(config-router)# network 16.0.0.0 255.0.0.0 area 1

Router(config-router)# network 20.0.0.0 255.0.0.0 area 1

Router(config-router)# network 192.168.16.0 255.255.255.0 area 1

Router(config-router)# network 22.0.0.0 255.0.0.0 area 2

Router(config-router)# end

Έπειτα πληκτρολογούμε το #sh ip pr (για να δούμε τι δείχνει το πρωτόκολλο OSPF που μόλις σεταρίστηκε)

```
Router3
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface
Router(config-router)#network 22.0.0.0 255.0.0.0 area 2
Router(config-router)#end
Router#
%SYS-S-CONFIG_I: Configured from console by console
Router#sh ip pr
Routing Protocol is "ospf 10"
 Outgoing update filter list for all interfaces is not set
 Incoming update filter list for all interfaces is not set
 Router ID 192.168.16.1
 Number of areas in this router is 2. 2 normal 0 stub 0 nssa
 Maximum path: 4
 Routing for Networks:
 16.0.0.0 0.255.255.255 area 1
 20.0.0.0 0.255.255.255 area 1
 192.168.16.0 0.0.0.255 area 1
 22.0.0.0 0.255.255.255 area 2
 Routing Information Sources:
 Gateway Distance Last Update
 192.168.10.1 110 00:01:18
 192.168.16.1 110 00:00:07
 Distance: (default is 110)
Router#
```

Εικόνα 25 Αποτελέσματα εντολής #sh ip pr στο router3

Router4:

Router>enable

Router# conf term

Router(config)#router ospf 10

Router(config-router)# network 18.0.0.0 255.0.0.0 area 0

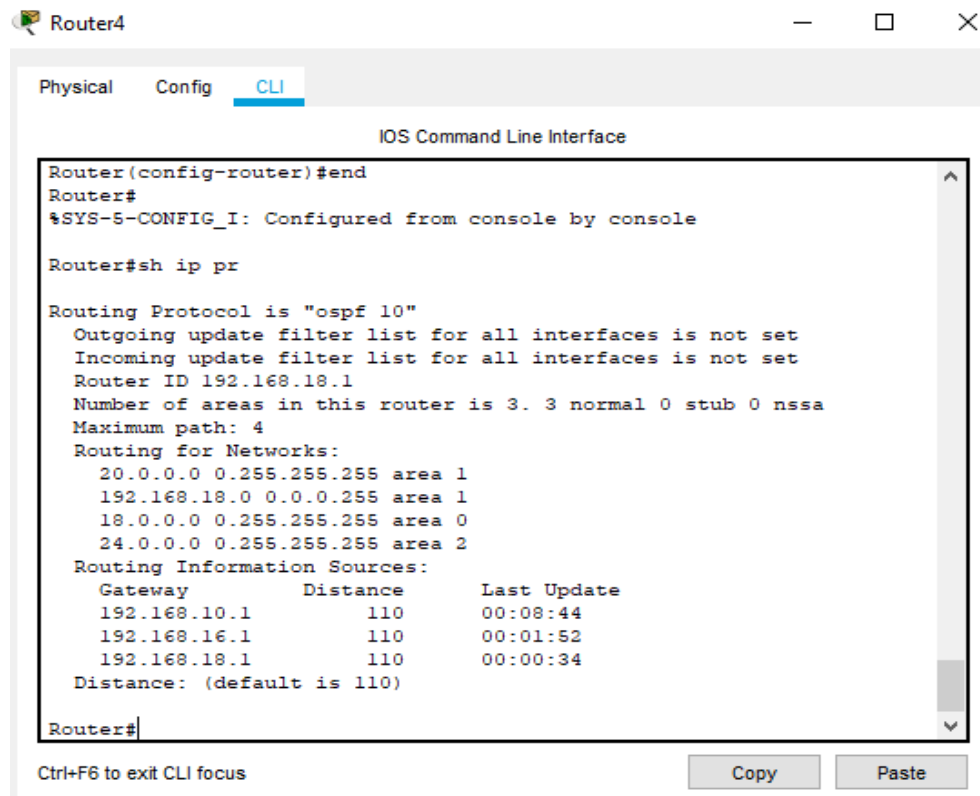
Router(config-router)# network 20.0.0.0 255.0.0.0 area 1

Router(config-router)# network 192.168.18.0 255.255.255.0 area 1

Router(config-router)# network 24.0.0.0 255.0.0.0 area 2

Router(config-router)# end

Έπειτα πληκτρολογούμε το #sh ip pr (για να δούμε τι δείχνει το πρωτόκολλο OSPF που μόλις σεταρίστηκε)



The screenshot shows a window titled "Router4" with three tabs: "Physical", "Config", and "CLI". The "CLI" tab is active, displaying the "IOS Command Line Interface". The command prompt is "Router(config-router)#end", followed by "Router#". A system message reads: "%SYS-5-CONFIG\_I: Configured from console by console". The user enters the command "Router#sh ip pr", and the output is displayed as follows:

```
Router(config-router)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#sh ip pr

Routing Protocol is "ospf 10"
 Outgoing update filter list for all interfaces is not set
 Incoming update filter list for all interfaces is not set
 Router ID 192.168.18.1
 Number of areas in this router is 3. 3 normal 0 stub 0 nssa
 Maximum path: 4
 Routing for Networks:
 20.0.0.0 0.255.255.255 area 1
 192.168.18.0 0.0.0.255 area 1
 18.0.0.0 0.255.255.255 area 0
 24.0.0.0 0.255.255.255 area 2
 Routing Information Sources:
 Gateway Distance Last Update
 192.168.10.1 110 00:08:44
 192.168.16.1 110 00:01:52
 192.168.18.1 110 00:00:34
 Distance: (default is 110)

Router#
```

At the bottom of the window, there is a status bar that says "Ctrl+F6 to exit CLI focus" and two buttons: "Copy" and "Paste".

Εικόνα 26 Αποτελέσματα εντολής #sh ip pr στο router4

Router5:

Router>enable

Router# conf term

Router(config)#router ospf 10

Router(config-router)# network 28.0.0.0 255.0.0.0 area 2

Router(config-router)# network 26.0.0.0 255.0.0.0 area 2

Router(config-router)# network 192.168.24.0  
255.255.255.0 area 2

Router(config-router)# network 22.0.0.0 255.0.0.0 area 1

Router(config-router)# end

Έπειτα πληκτρολογούμε το #sh ip pr (για να δούμε τι δείχνει το πρωτόκολλο OSPF που μόλις σεταρίστηκε)

The screenshot shows the CLI of Router5. The tabs at the top are 'Physical', 'Config', and 'CLI', with 'CLI' being the active tab. The title bar says 'Router5'. The main window is titled 'IOS Command Line Interface'. The command history shows the following commands and output:

```
Router(config-router)#network 22.0.0.0 255.0.0.0 area 1
Router(config-router)#network 192.168.24.0 255.255.255.0 area 2
Router(config-router)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#sh ip pr

Routing Protocol is "ospf 10"
 Outgoing update filter list for all interfaces is not set
 Incoming update filter list for all interfaces is not set
 Router ID 192.168.24.1
 Number of areas in this router is 2. 2 normal 0 stub 0 nssa
 Maximum path: 4
 Routing for Networks:
 28.0.0.0 0.255.255.255 area 2
 26.0.0.0 0.255.255.255 area 2
 192.168.24.0 0.0.0.255 area 2
 22.0.0.0 0.255.255.255 area 1
 Routing Information Sources:
 Gateway Distance Last Update
 192.168.24.1 110 00:00:34
 Distance: (default is 110)

Router#
```

At the bottom of the window, there is a status bar that says 'Ctrl+F6 to exit CLI focus' and two buttons: 'Copy' and 'Paste'.

Εικόνα 27 Αποτελέσματα εντολής #sh ip pr στο router 5

Router6:

Router>enable

Router# conf term

Router(config)#router ospf 10

Router(config-router)# network 26.0.0.0 255.0.0.0 area 2

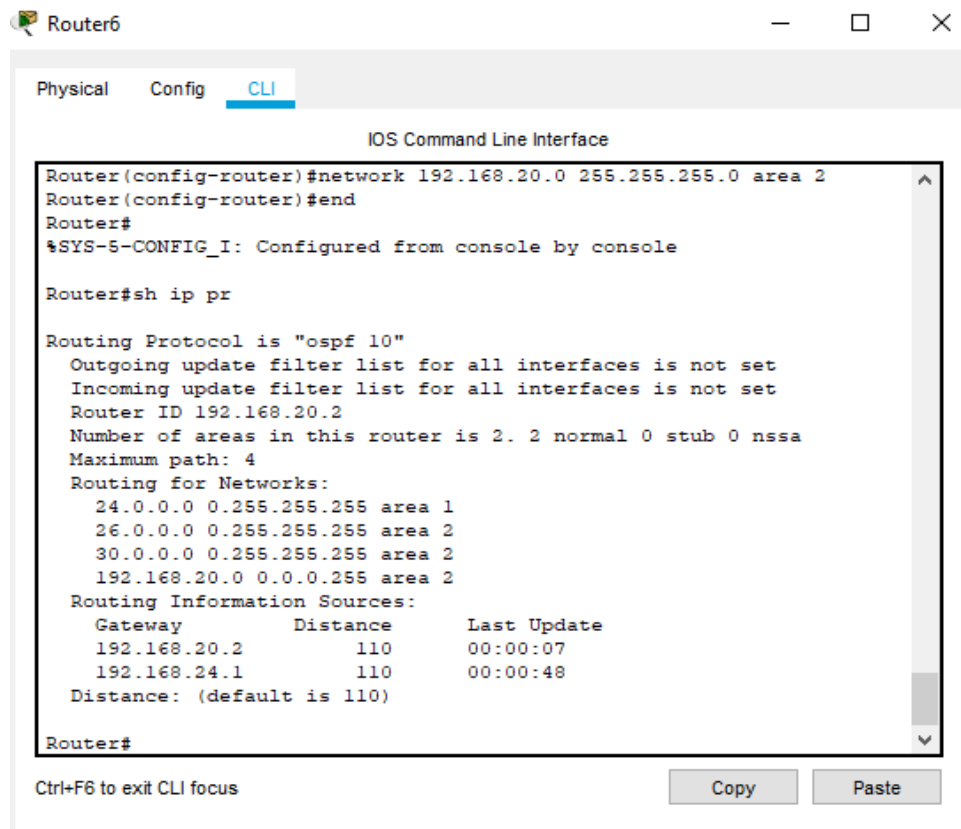
Router(config-router)# network 30.0.0.0 255.0.0.0 area 2

Router(config-router)# network 192.168.20.0 255.255.255.0 area 2

Router(config-router)# network 24.0.0.0 255.0.0.0 area 1

Router(config-router)# end

Έπειτα πληκτρολογούμε το #sh ip pr (για να δούμε τι δείχνει το πρωτόκολλο OSFP που μόλις σεταρίστηκε)



The screenshot shows a window titled "Router6" with tabs for "Physical", "Config", and "CLI". The "CLI" tab is active, displaying the "IOS Command Line Interface". The terminal output shows the following commands and results:

```
Router(config-router)#network 192.168.20.0 255.255.255.0 area 2
Router(config-router)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#sh ip pr

Routing Protocol is "ospf 10"
 Outgoing update filter list for all interfaces is not set
 Incoming update filter list for all interfaces is not set
 Router ID 192.168.20.2
 Number of areas in this router is 2. 2 normal 0 stub 0 nssa
 Maximum path: 4
 Routing for Networks:
 24.0.0.0 0.255.255.255 area 1
 26.0.0.0 0.255.255.255 area 2
 30.0.0.0 0.255.255.255 area 2
 192.168.20.0 0.0.0.255 area 2
 Routing Information Sources:
 Gateway Distance Last Update
 192.168.20.2 110 00:00:07
 192.168.24.1 110 00:00:48
 Distance: (default is 110)

Router#
```

At the bottom of the window, there is a status bar that says "Ctrl+F6 to exit CLI focus" and two buttons: "Copy" and "Paste".

Εικόνα 28 Αποτελέσματα εντολής #sh ip pr στο router6

Router7:

Router>enable

Router# conf term

Router(config)#router ospf 10

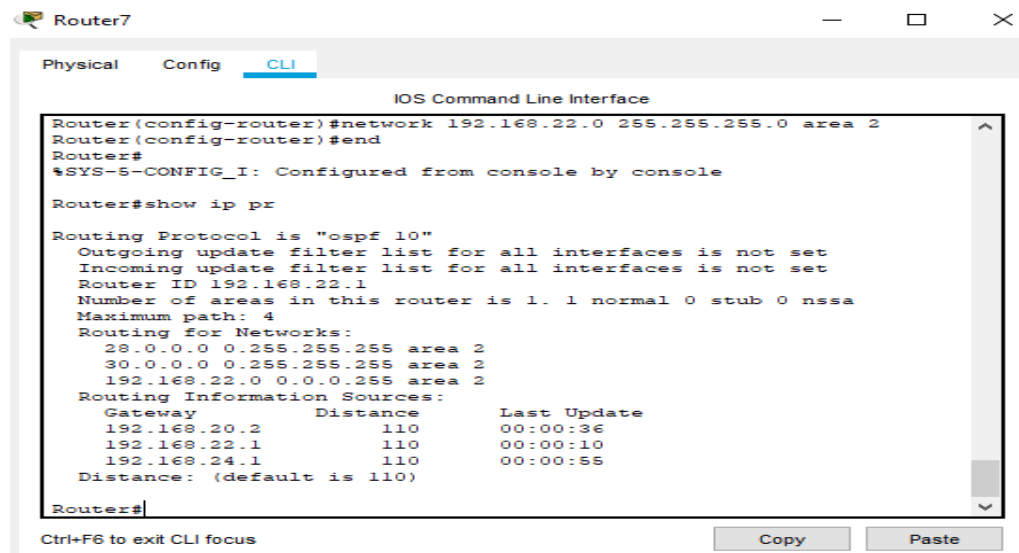
Router(config-router)# network 28.0.0.0 255.0.0.0 area 2

Router(config-router)# network 30.0.0.0 255.0.0.0 area 2

Router(config-router)# network 192.168.22.0 255.255.255.0 area 2

Router(config-router)# end

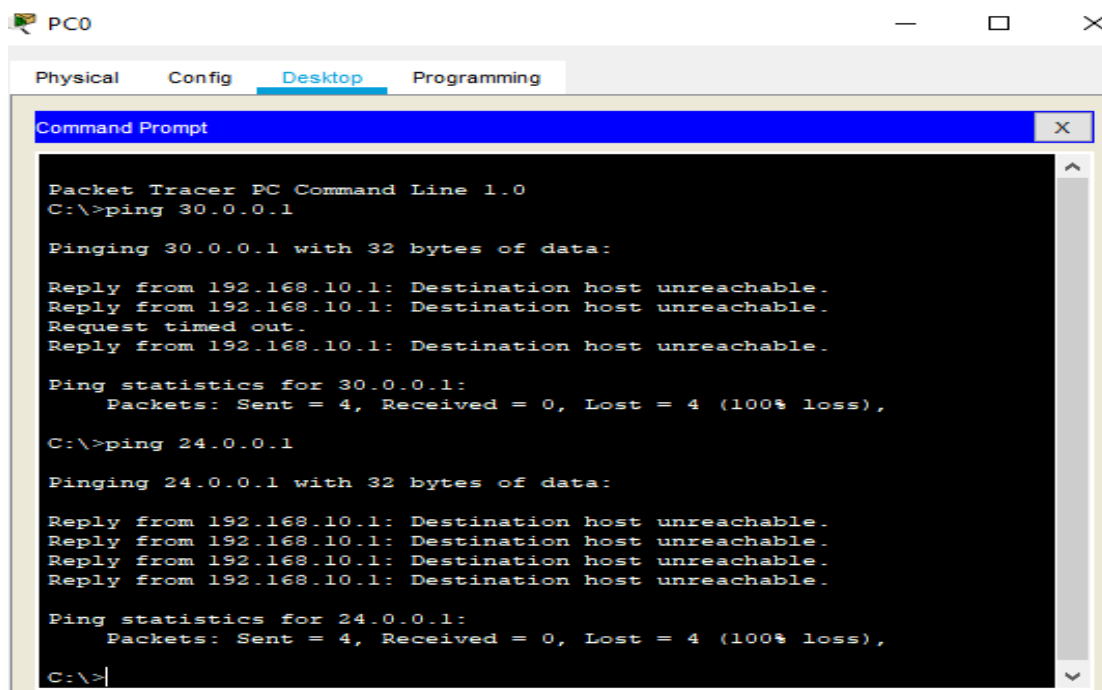
Έπειτα πληκτρολογούμε το #sh ip pr (για να δούμε τι δείχνει το πρωτόκολλο OSPF που μόλις σεταρίστηκε)



Εικόνα 29 Αποτελέσματα εντολής #sh ip pr στο router7

## Έλεγχος λειτουργίας

Από τον host του router 1 και με τη βοήθεια του CMD (command prompt) κάνουμε ping στην IP του router6 και router4. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 30 ping από το PC0 προς το router6 και router4

## 6.11 Φωτογραφικό υλικό του εργαστηρίου

Παρακάτω παρατίθεται το φωτογραφικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των σεναρίων. Όλα τα σενάρια πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων που μου παρείχε τον εξοπλισμό για την πραγματοποίησή τους.



*Εικόνα 31 πανοραμική φωτογραφία εργαστηρίου*



*Εικόνα 32 Switch και Router της CISCO που χρησιμοποιήθηκαν*



*Εικόνα 33 Σενάριο με ένα router και ένα Switch*



*Εικόνα 34 Σενάριο με δύο router και δύο switch*

## Παραπομπές

Andrew, T. (1996). *Δίκτυα Υπολογιστών*. Εκδόσεις Παπασωτηρίου.

Astorino, J. (2010, 3 22). *ipexpert*. Ανάκτηση από <https://web.archive.org/web/20110812152242/http://blog.ipexpert.com/2010/03/22/spanning-tree-direct-vs-indirect-link-failures/>

Aweya, J. (χ.χ.). *IP Router Architectures*. Ανάκτηση από <http://marco.uminho.pt/disciplinas/ST/st0506/aweya99ip.pdf>

Banks, E. (2014, November 4). *Networking Basics: OSPF Protocol Explained*. Ανάκτηση από <https://www.auvik.com/franklyit/blog/ospf-protocol-explained/>

Casad, J. (2009). *Μάθετε το TCP/IP*. Αθήνα: Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας.

*How a Switch Work*. (χ.χ.). Ανάκτηση από eTutorials.org: [https://cdn.ttgtmedia.com/searchNetworking/Downloads/how\\_a\\_switch\\_works\\_6.pdf](https://cdn.ttgtmedia.com/searchNetworking/Downloads/how_a_switch_works_6.pdf)

*Increase Broadband Speed*. (χ.χ.). Ανάκτηση από <https://www.increasebroadbandspeed.co.uk/adsl-bonding>

Peterson , L. L., & Davie, B. S. (2009). *Δίκτυα Υπολογιστών (Μια προσέγγιση απο τη σκοπιά των συστημάτων)*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Rouse, M. (2019, October). *Routing Information Protocol (RIP)*. Ανάκτηση από <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/Routing-Information-Protocol>

Vangie, B. (2019). *What is Network Topology*. Ανάκτηση από webopedia:  
[https://www.webopedia.com/quick\\_ref/topologies.asp](https://www.webopedia.com/quick_ref/topologies.asp)

Αμπατζόγλου, ι. (χ.χ.). *Δίκτυα Υπολογιστών*. Ανάκτηση από  
[http://users.sch.gr/jabatzo/files/yliko/live%20ebooks/diktya\\_ypolog\\_G\\_2018\\_final/\\_0.html](http://users.sch.gr/jabatzo/files/yliko/live%20ebooks/diktya_ypolog_G_2018_final/_0.html)

Βασιλάκης, Κ. (χ.χ.). *Δίκτυα Υπολογιστών (βασικές γνώσεις)*. Ανάκτηση από  
[https://eclass.teicrete.gr/modules/document/file.php/TH103/Computer\\_Networks.pdf](https://eclass.teicrete.gr/modules/document/file.php/TH103/Computer_Networks.pdf)

Λαμπροπούλου, Α. (2017). *Υπηρεσίες Διαδικτύου*. Ανάκτηση από  
<https://sites.google.com/site/yperesiesdiadiktyou123/to-diadiktyo-kai-oi-yperesies-tou/yperesia-pankosmiou-istou-www>

Μαργαρίτη, Σ., & Στεργίου, Ε. (2007). *ΤΟΠΙΚΑ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (LMAN-MAN)*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών .

Παντελιάδης, χ. (2016). *Υποδικτύωση*. Ανάκτηση από  
[http://1epal.eu/eclass/pluginfile.php/81/mod\\_resource/content/1/Q\\_A\\_3.1.6.pdf](http://1epal.eu/eclass/pluginfile.php/81/mod_resource/content/1/Q_A_3.1.6.pdf)

Φελέκης, Ι. (2015). *Διατάξεις Συνδέσεων Δικτύου*. Ανάκτηση από  
<https://15epalthessalonikis.files.wordpress.com/2015/11/cebaceb5cf86ceb1cebbceb1ceb9cebf-5o-switches.pdf?fbclid=IwAR0Fsspbi4lFDY-zU94GBWWwI8OU2KqOCLF8bBqSjN-EtEzSmUOsDw6zw3o>

Φελέκης, Ι. (2015). *Διατάξεις Συνδέσεων Δικτύου*. Ανάκτηση από  
<https://15epalthessalonikis.files.wordpress.com/2015/11/cebaceb5cf86ceb1cebbceb1ceb9cebf-5o-ceb4cf81cebfccebfcebbcebfceb3ceb7cf84ceb5cf83-routers.pdf>

Φουληράς, Π. (2015). *Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Δικτύων*. Ανάκτηση από  
[https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/899/1/05\\_chapter\\_10.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/899/1/05_chapter_10.pdf)

