

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:



Όνοματεπώνυμο Σπουδαστή: Αποστολάκης Κωνσταντίνος

ΑΜ:11925

Επιβλέπουσα: Μαργαρίτη Σπυριδούλα



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

“ΕΙΚΟΝΙΚΑ ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (VLANs)”

Όνοματεπώνυμο Σπουδαστή: Αποστολάκης Κωνσταντίνος

Επιβλέπουσα: Μαργαρίτη Σπυριδούλα

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Όνομα Επίθετο,

τίτλος, βαθμίδα

2. Μέλος επιτροπής

Όνομα Επίθετο,

τίτλος, βαθμίδα

3. Μέλος επιτροπής

Όνομα Επίθετο,

τίτλος, βαθμίδα

Ο/Η Προϊστάμενος/η του Τμήματος

Όνομα Επίθετο,

τίτλος, βαθμίδα

©. Αποστολάκης Κωνσταντίνος, 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

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία, θα γίνει μια προσπάθεια ανασκόπησης των βασικών τεχνολογιών δικτύων. Η αρχή θα γίνει με την αναφορά στα πιο γνωστά δίκτυα όπως LAN για να καταλήξει στα VLAN. Η τεχνολογία των VLAN είναι σχετικά νέα και διαρκώς ανανεώνεται. Μια βελτιωμένη της έκδοσης είναι τα SDN. Τα SDN ήρθαν για να καλύψουν τα ελάχιστα μειονεκτήματα των VLAN κυρίως όσο αφορά σε θέμα διαχείρισης και ασφάλειας. Τέλος , η εργασία θα παρουσιάσει τα λογισμικά προσομοίωσης δικτύων Riverbed και Cisco Packet Tracer, παρουσιάζοντας μια υλοποίηση VLAN σε κάθε ένα από αυτά.

Abstract

In this paper, an attempt will be made to review the basic network technologies. The beginning will be with the reference to the most well-known network such as LAN to reach the VLANs. VLAN technologies is relatively new and is constantly being updated. An improved version is SDN. SDN came to cover the minimum disadvantages of VLANs mainly in terms of management and security. Finally, the work will present Riverbed and Cisco Packet Tracer network simulation software, presenting a VLAN implementation in each of them.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή.....	12
1.1. Τοπικά Δίκτυα (LAN, WAN, MAN)	12
1.2. Εικονικά Τοπικά Δίκτυα (VLAN).....	14
1.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα VLAN	15
Κεφάλαιο 2 : Εικονικά Τοπικά Δίκτυα και η Χρήση τους	17
2.1 Η λειτουργία των κλασικών τοπικών δικτύων	17
2.1.1 Δικτυακές Συσκευές Τοπικών Δικτύων	19
2.1.2 Κατηγορίες Switch.....	22
2.2 Η λειτουργία των Εικονικών Τοπικών Δικτύων (VLAN)	23
2.2.1 The IEEE 802.1Q	24
2.3 Διαμόρφωση και Διαχείριση Εικονικών Τοπικών Δικτύων (VLAN).....	28
2.3.1 VLAN Membership.....	28
2.3.2 VLAN trunks.....	28
2.3.3 Link Aggregation	29
2.3.4 Ασφάλεια και VLAN	29
Κεφάλαιο 3 : Εφαρμογές των Εικονικών Δικτύων	30
3.1 Εφαρμογή των VLAN στις Πανεπιστημιούπολεις.....	30
3.2 Εφαρμογή των VLAN στα Νοσοκομεία	31
3.3 Εφαρμογή στα Δίκτυα Κινητής Πρόσβασης.....	32
3.4 Εφαρμογή στα Data Center	33
Κεφάλαιο 4 : Περιορισμοί και Προβλήματα των VLAN	34
4.1 Περιορισμοί των VLANs	34
4.2 SDN (Software Design Network)	34
4.2.1 Η εξέλιξη των SDN	35
4.2.2 Βασικές αρχές της αρχιτεκτονικής των SDN.....	37

4.2.3 Πλεονεκτήματα των SDN	37
Κεφάλαιο 5 :Μια Νέα Προσέγγιση – OpenFlow	39
5.1 Τι είναι το OpenFlow	39
5.2 Η ιστορία του πρωτοκόλλου OpenFlow.	39
5.3 Το Πρωτόκολλο OpenFlow.....	40
5.3.1 Η αρχιτεκτονική του Πρωτοκόλλου OpenFlow.....	41
5.3.2 Μηνύματα του Πρωτοκόλλου OpenFlow	41
Κεφάλαιο 6 : Δημιουργία VLAN με Riverbed & CPT	43
6.1 Riverbed & VLAN	43
6.2 CPT & VLAN	54
Συμπεράσματα.....	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1: Τοπικό Δίκτυο	13
Εικόνα 1.2: WAN.....	14
Εικόνα 1.3: Παρουσίαση LAN, WAN , MAN.....	14
Εικόνα 1.4: Λειτουργία των VLAN	15
Εικόνα 2.1: Τοπολογία Αστέρα (Star)	18
Εικόνα 2.2: Τοπολογία Διαύλου (Bus)	18
Εικόνα 2.3: Τοπολογία Δακτυλίου (Ring)	19
Εικόνα 2.4: Η δικτυακή Συσκευή Modem	20
Εικόνα 2.5: Η δικτυακή Συσκευή Hub.....	20
Εικόνα 2.6: Η Δικτυακή Συσκευή Bridge.....	21
Εικόνα 2.7: Η Δικτυακή Συσκευή (Switch).....	21
Εικόνα 2.8: Η λειτουργία των VLAN	24
Εικόνα 2.9: Το πλαίσιο του 802.1Q	25
Εικόνα 2.10:VTP.....	28
Εικόνα 6.1: LAN στο Riverbed.....	43
Εικόνα 6.2: Αλλαγή Παραμέτρων Research_Server.....	44
Εικόνα 6.3: Ports & Switches to Switches	45
Εικόνα 6.4:Ports & Switches to Devices.....	46
Εικόνα 6.5:Supported VLAN Table.....	47
Εικόνα 6.6: Port 1 - VLAN parameters.....	47
Εικόνα 6.7: Port 4 Configuration	48
Εικόνα 6.8: Εισαγωγή Armed_Router	49
Εικόνα 6.9: IP address & Subnet Mask VLANs	49
Εικόνα 6.10: IP Aggress & Subnet Mask Configuration	50

Εικόνα 6.11: Ρυθμαπόδοση και των Τριων Σεναρίων με βάση την ρυθμαπόδοση CenterSwitch.....	51
Εικόνα 6.12: Αποτελέσματα Vlan_COmm Εισερχόμενο Throughput.....	52
Εικόνα 6.13: Αποτελέσματα VLAN_COMM & VLAN Εισερχόμενο ThroughPut.....	52
Εικόνα 6.14: NoVLAN,VLAN,VLAN_COMM & Throughput Εισερχόμενη.....	53
Εικόνα 6.15: CPT LAN – Αρχικά Βήματα	54
Εικόνα 6.16: Μετονομασία και εισαγωγή IP Διεύθυνσης και Subnet Mask	55
Εικόνα 6.17: LAN CPT - Τελική Μορφή	56
Εικόνα 6.18: Κώδικας για VLANs set up Switches (Switch 1) - CPT	57
Εικόνα 6.19: Interfaces to Switches (Switch A) - CPT.....	58
Εικόνα 6.20: InterFaces to Switches(SwitchB)- CPT	58
Εικόνα 6.21: Interfaces to switches(ServerSwitch) -CPT	59
Εικόνα 6.22: InterFace Trunk for Switch A - CPT	60
Εικόνα 6.23: Interface Trunk for Switch_B - CPT	61
Εικόνα 6.24: InterFace Trunk CenterSwitch - CPT	62
Εικόνα 6.25: Interface Trunk ServerSwitch -CPT	63
Εικόνα 6.26: VLAN with Armed_Router CPT.....	64
Εικόνα 6.27: Δημιουργία Sub_interfaces στο Router - CPT	65
Εικόνα 6.28: Trunk Mode Interface for CenterSwitch CPT	66
Εικόνα 6.29:Στιγμιότυπο Προσομοίωσης CPT.....	67

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2-1: Πεδία της επικεφαλίδας του 802.1Q [9]	27
Πίνακας 6-1: Σχεδιασμός και μέλη VLAN	56

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή

Η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται από την ιλιγγιώδη εξέλιξη στη τεχνολογία και στη πληροφορική. Ταυτόχρονα με αυτούς τους τομείς μεγάλη εξέλιξη παρουσιάζουν και τα δίκτυα.

Σε καθημερινή βάση, ο κάθε χρήστης έρχεται σε επαφή με κάποια μορφή δικτύου. Από το τοπικό δίκτυο, που του παρέχει διασύνδεση στο διαδίκτυο, στα ασύρματα δίκτυα που είναι σε κάθε καφετέρια για παράδειγμα, καθώς σε κάθε γωνία και σε κάθε πόλη πλέον.

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα γίνει αναφορά σε ένα συγκεκριμένο είδος δικτύων που είναι τα λεγόμενα «Εικονικά Τοπικά Δίκτυα». Πριν γίνει αυτό, θα ήταν καλό να γίνει μια επεξήγηση των βασικών εννοιών και των βασικών ειδών δικτύων πάνω στα οποία αναπτύχθηκαν και εξελίχθηκαν τα εικονικά δίκτυα

1.1. Τοπικά Δίκτυα (LAN, WAN, MAN)

Για να γίνουν αντιληπτοί οι όροι που θα χρησιμοποιηθούν, θα ήταν συνετό να δοθεί ο ορισμός του δικτύου,

Δίκτυο, λοιπόν, είναι ένα σύνολο από δύο ή περισσότερους υπολογιστές που είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους με ένα ή περισσότερα μέσα με σκοπό την επικοινωνία και την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ τους.

Οι υπολογιστές που ανήκουν σε ένα δίκτυο αποτελούν τους λεγόμενους κόμβους (nodes)

Το φυσικό μέσο το οποίο χρησιμοποιούν οι κόμβοι για τη σύνδεση τους ονομάζεται σύνδεσμος , κανάλι ή ζεύξη.

Ένα δίκτυο αποτελείται από τα εξής μέρη έτσι ώστε να είναι πλήρως λειτουργικό:

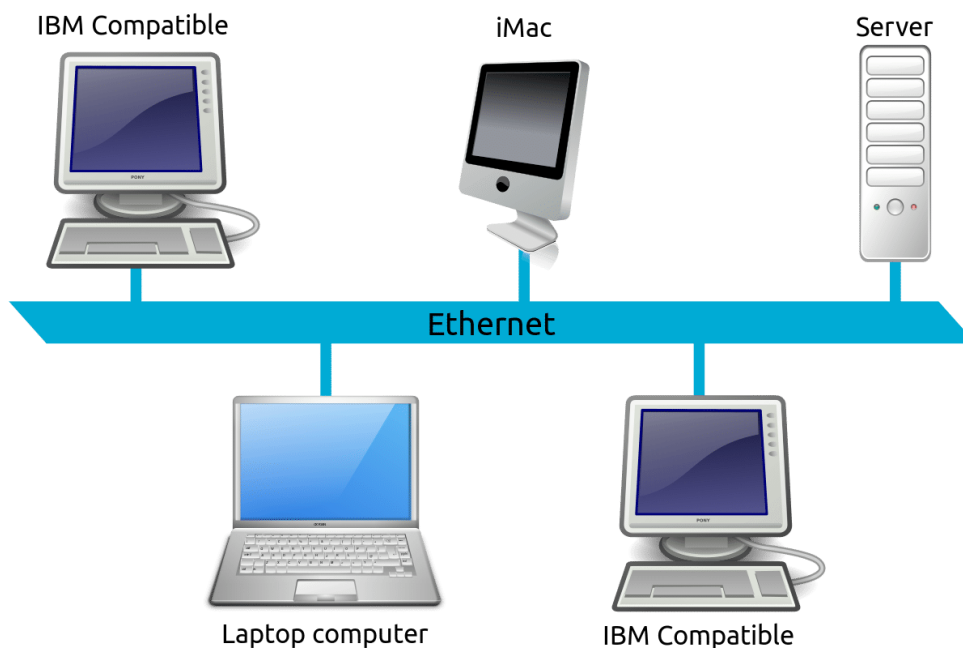
- Μέσα μετάδοσης
- Υπολογιστικά συστήματα
- Πρωτόκολλα
- Λογισμικό
- Συσκευές επικοινωνίας

Τα δίκτυα ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες. Η ταξινόμηση αυτή γίνεται με κριτήρια όπως:

- Ως προς τη χρήση τους π.χ. δημόσια ή ιδιωτικά
- Ως προς την τεχνική μετάδοσης. Συγκεκριμένα, σε αυτή την ταξινόμηση ανήκουν τα δίκτυα μεταγωγής τα οποία διαχωρίζονται σε δίκτυα μεταγωγής πακέτων, κυκλώματος και μηνυμάτων. Καθώς και στα δίκτυα εκπομπής .

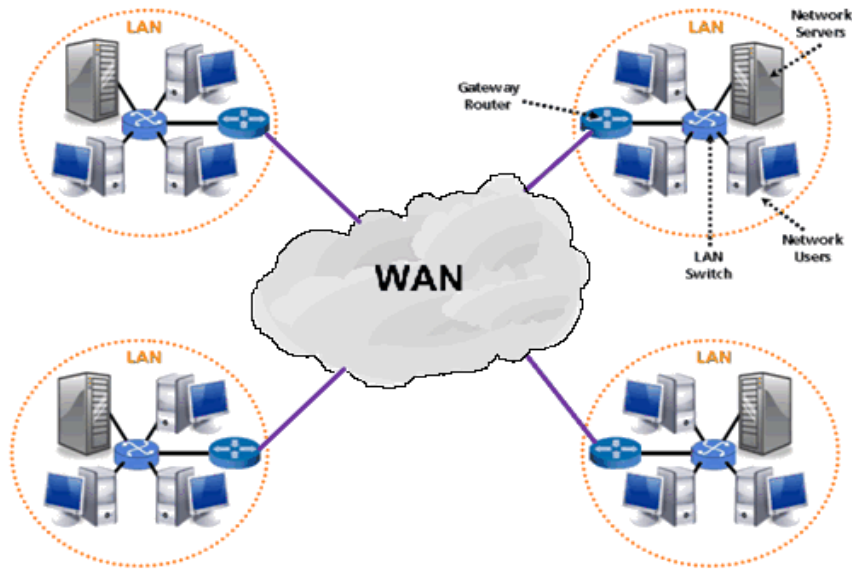
Η τελευταία ταξινόμηση , για την οποία θα γίνει και εκτενή αναφορά είναι με ταξινόμηση ως προς την έκταση που καλύπτουν. Και οι κατηγορίες είναι οι εξής:

- ✚ Τοπικά Δίκτυα ή αλλιώς Local Area Network (LAN): Πρόκειται για διασύνδεση υπολογιστών που βρίσκονται, κυρίως, εντός ενός κτιρίου, ή εντός διαφορετικών κτιρίων μιας συγκεκριμένης περιοχής όπως π.χ. πανεπιστημιούπολεις. Ανάμεσα στους πιο δημοφιλείς τύπους LAN είναι το γνωστό πια Ethernet καθώς και η τοπολογία Token Ring και Token Bus.



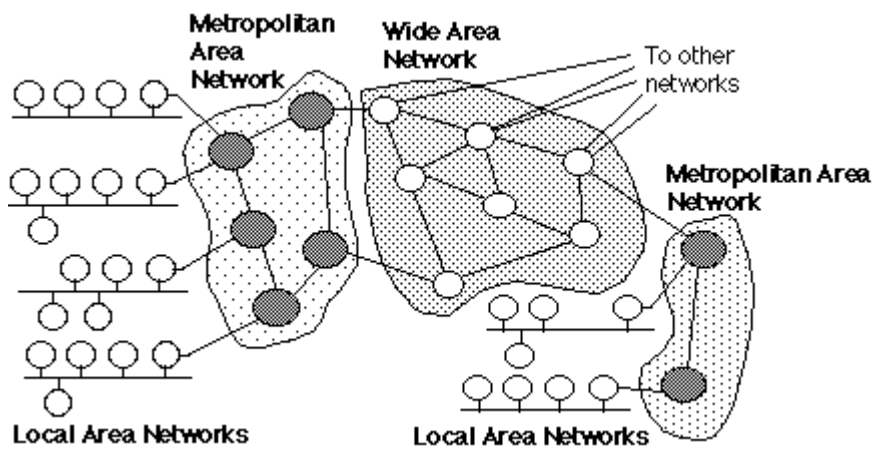
Εικόνα 1.1: Τοπικό Δίκτυο

- ✚ Ευρεία περιοχής Δίκτυα ή αλλιώς Wide Area Network(WAN):Πρόκειται για δίκτυα που διασυνδέουν δύο ή περισσότερα τοπικά δίκτυα. Τα τοπικά δίκτυα μπορούν να βρίσκονται σε μακρινή απόσταση ακόμα και σε διαφορετική πόλη, χώρα ή σε γενικά διαφορετική γεωγραφική περιοχή. Η διασύνδεση αυτή ονομάζεται και διαδίκτυωση. Το πιο δημοφιλές σε αυτή την κατηγορία είδος είναι το γνωστό πια σε όλους, Διαδίκτυο (Internet).



Εικόνα 1.2: WAN

✚ Μητροπολιτικά Δίκτυα ή αλλιώς Metropolitan Area Network (MAN): Το μητροπολιτικό δίκτυο καλύπτει μια πόλη. Μητροπολιτικό δίκτυο είναι και το ATM, το GigaBit Ethernet καθώς και το πρότυπο DGDB.



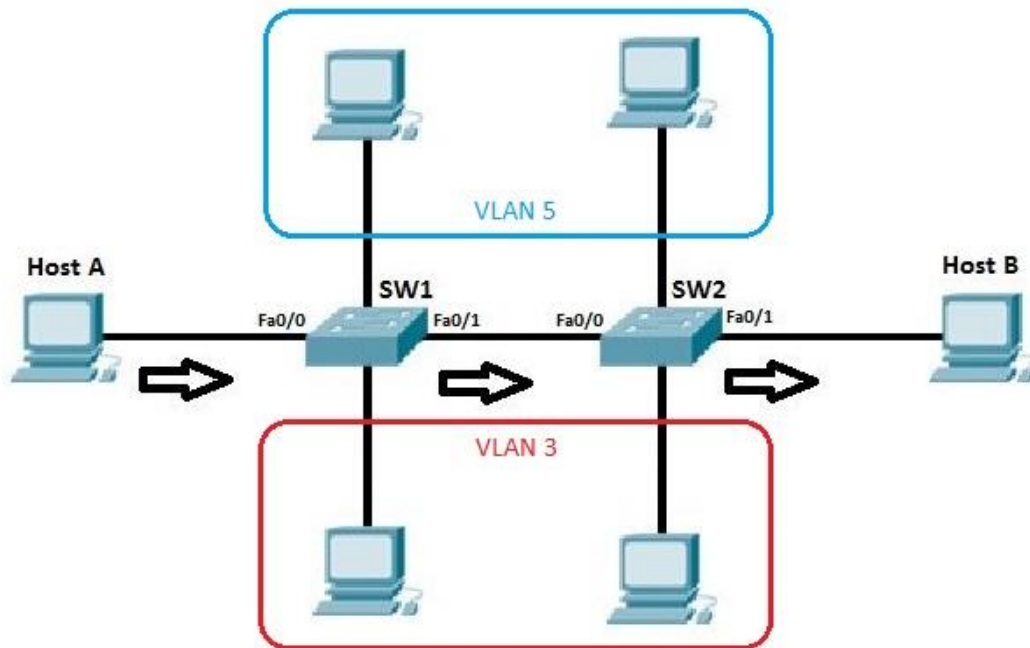
Εικόνα 1.3: Παρουσίαση LAN, WAN, MAN

1.2. Εικονικά Τοπικά Δίκτυα (VLAN)

Στις παρακάτω παραγράφους, θα συνοψιστεί η έννοια του VLAN και τι προβλήματα επιλύουν σε σχέση με τα LAN

Εικονικό τοπικό δίκτυο (Virtual LAN) είναι ένα σύνολο από συσκευές που ανήκουν σε ένα ή περισσότερα LAN και επικοινωνούν μεταξύ τους σαν να είναι μεταξύ τους συνδεδεμένα

κάτω από ένα ενιαίο μέσο. Λόγω το ότι τα VLAN εκμεταλλεύονται τις λογικές διευθύνσεις και όχι τα φυσικά μέσα, είναι αρκετά ευέλικτα και με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές.



Εικόνα 1.4: Λειτουργία των VLAN

1.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα VLAN

Τα βασικά πλεονεκτήματα από την χρήση των VLAN, τα οποία θα αναλυθούν παρακάτω, είναι τα εξής:

- Έλεγχος εκπομπής: Είναι γνωστό ότι για να επικοινωνήσουν σωστά δύο ή περισσότεροι υπολογιστές μεταξύ τους, θα πρέπει να υπάρχει ένας έλεγχος εκπομπής δηλαδή τότε μπορεί ο κάθε ένας να εκπέμψει έτσι ώστε να μην υπάρχουν συγκρούσεις που μπορεί να οδηγήσουν σε αποτυχία ενός δικτύου. Χρησιμοποιώντας ένα εικονικό δίκτυο, επειδή ουσιαστικά, χωρίζει την κίνηση σε μικρότερα δίκτυα, αυτό, αυτομάτως, οδηγεί και στην διευκόλυνση της κίνησης της πληροφορίας με ταχύτητα και χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.
- Ασφάλεια: Η ύπαρξη των VLAN , οδηγεί τη διάσπαση των LAN σε μικρότερα. Αυτά τα εικονικά δίκτυα είναι πιο εύκολο να ελεγχθούν και να συντονιστούν και να αποκλείσουν τυχόν ανεπιθύμητους χρήστες.
- Κόστος: Βασικό πλεονέκτημα αφού εδώ διασπάται το ήδη υπάρχον LAN σε μικρότερα, χωρίς την επιπλέον χρήση δρομολογητών (router) και διακοπών (switches).

Βέβαια, όπως είναι λογικό, δεν θα μπορούσαν να είναι όλα τέλεια. Υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα, τα οποία κυρίως προσανατολίζονται στο πώς είναι 'χτισμένα' τα VLAN. Συγκεκριμένα:

- Προβλήματα στη διαλειτουργικότητα.
- Και προβλήματα στη διαχείριση της κίνησης (traffic) από το ένα VLAN στο άλλο. Δηλαδή, εάν ένα VLAN αντιμετωπίσει έντονη εισροή δεδομένων δεν θα είναι σε θέση να μεταφέρει κάποια από αυτά σε άλλο VLAN έστω και εάν είναι στο ίδιο LAN.

Κεφάλαιο 2 : Εικονικά Τοπικά Δίκτυα και η Χρήση τους

2.1 Η λειτουργία των κλασικών τοπικών δικτύων

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, έγινε μια μικρή αναφορά στα τοπικά δίκτυα και τι ακριβώς είναι. Τοπικά δίκτυα, λοιπόν, πρόκειται για δίκτυα τα οποία συνδέουν συσκευές εντός ενός δωματίου, κτιρίου ή ακόμα και μιας περιοχής όπως μια πανεπιστημιούπολη (campus).

Συγκεκριμένα, οι υπολογιστές/κόμβοι ενός τοπικού δικτύου είναι συνήθως εφοδιασμένοι με μια κάρτα δικτύου. Μεταξύ τους επικοινωνούν χρησιμοποιώντας ένα κοινό μέσο όπως το κλασικό καλώδιο συνεστραμμένους ζεύγους. Βέβαια, τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται και ασύρματες ζεύξεις και πιο σπάνια οι οπτικές ίνες. Την διακίνηση των πληροφοριών αλλά και την επικοινωνία των κόμβων με άλλες συνδεδεμένες συσκευές ,αναλαμβάνει ένας κεντρικός υπολογιστής που είναι ο λεγόμενος εξυπηρετητής/διακομιστής (server).

Η διακίνηση των δεδομένων είναι μια οργανωμένη διαδικασία. Τα δεδομένα χωρίζονται σε πλαίσια (frames) τα οποία αποστέλλονται στο μέσο [1].

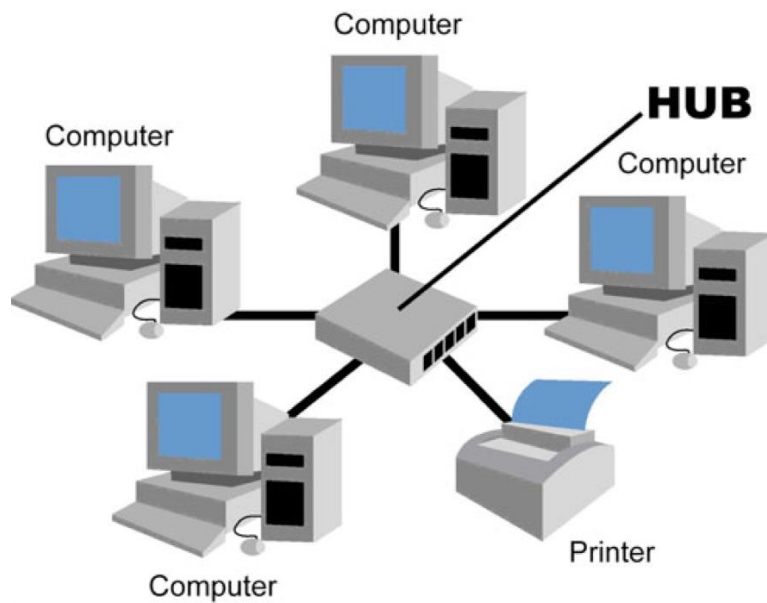
Εδώ, προκύπτει ένα πρόβλημα. Προκύπτουν οι λεγόμενες συγκρούσεις. Σύγκρουση παρουσιάζεται όταν δύο ή περισσότερες συσκευές προσπαθούν να εκπέμψουν ταυτόχρονα στο μέσο. Αυτό, αυτομάτως , θα οδηγήσει σε δύο πλαίσια να κυκλοφορούν ταυτόχρονα και κάποια στιγμή ακόμα και να συγκρουσθούν με αποτέλεσμα η πληροφορία να μην φτάσει ή να φτάσει αλλοιωμένη στον τελικό κόμβο.

Η λύση σε αυτό το πρόβλημα δόθηκε με διάφορους τρόπους όπως CSMA/CA, CSMA/CD.

Βασικό, επίσης ,στοιχείο των τοπικών δικτύων είναι και η τοπολογία τους. Με τον όρο τοπολογία εννοούμε τον τρόπο διάταξης των συστατικών μελών δηλαδή των κόμβων του.

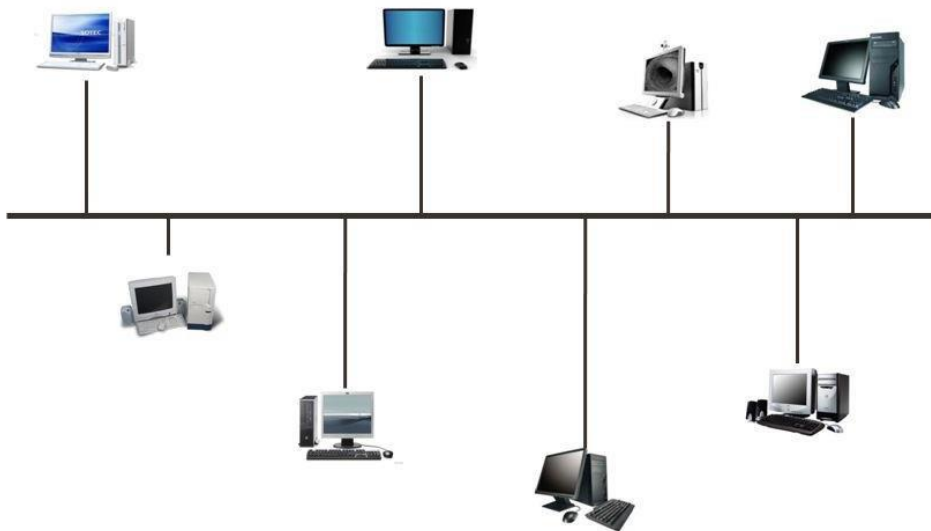
Οι πιο βασικές τοπολογίες είναι οι εξής:

➤ **Τοπολογία Αστέρα (Star):** Στην συγκεκριμένη τοπολογία, οι κόμβοι συνδέονται με έναν κεντρικό υπολογιστή , τον εξυπηρετητή (server). Η διάταξη αυτή προτάθηκε από την AT&T και σήμερα χρησιμοποιούνται από τα Ethernet 10 Base –T και το Fast Ethernet 10 Base T. Το σημαντικό πλεονέκτημα της συγκεκριμένης τοπολογίας είναι ότι ακόμα και εάν προκύψει σφάλμα σε κάποια σημείο του δικτύου, η επικοινωνία στα υπόλοιπα μέρη θα πραγματοποιηθεί κανονικά [2].



Εικόνα 2.1: Τοπολογία Αστέρα (Star)

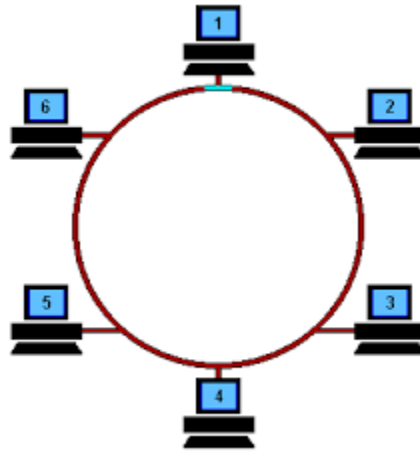
➤ Τοπολογία Διαύλου (Bus): Στη τοπολογία αυτή, οι κόμβοι (υπολογιστές, εκτυπωτές κ.ο.κ.) του δικτύου επικοινωνούν με βάση ένα κοινό μέσο ή αλλιώς δίαυλο. Ενώ ως τοπολογία φαίνεται και είναι απλή και λιγότερη δαπανηρή παρόλα αυτά εάν προκύψει σφάλμα στο μέσο, τότε κανένας από τους κόμβους δεν θα μπορέσει να επικοινωνήσει με κάποιον άλλον στο δίκτυο.



Εικόνα 2.2: Τοπολογία Διαύλου (Bus)

➤ Τοπολογία Δακτυλίου (Ring): Σε αυτήν την τοπολογία, ο εκάστοτε κόμβος συνδέεται άμεσα με δύο άλλους κόμβους. Τα δεδομένα διαδέχονται τον έναν κόμβο μετά

τον άλλον μέχρις ότου να φτάσει στο προορισμό του. Βασικό πλεονέκτημα αυτής της τοπολογίας είναι ο εύκολος εντοπισμός του σφάλματος αφού θα είναι στο σημείο εκείνο όπου τα δεδομένα σταμάτησαν τη διαδρομή τους [2].



Εικόνα 2.3: Τοπολογία Δακτυλίου (Ring)

2.1.1 Δικτυακές Συσκευές Τοπικών Δικτύων

Τα τοπικά δίκτυα όταν εκτείνονται σε αποστάσεις πέραν ενός δωματίου, απαιτούν τρόπους για τη διασύνδεση τους. Για να είναι σε θέση όλα τα παραπάνω να λειτουργήσουν στο μέγιστο και η πληροφορία να ακολουθήσει τη πορεία που πρέπει έως τον τελικό προορισμό τους, χρησιμοποιείται ένα σύνολο δικτυακών συσκευών. Στις παρακάτω γραμμές, θα γίνει μια αναφορά σε αυτές.

➤ Μόντεμ (Modem): Η ονομασία της συγκεκριμένης συσκευής προέρχεται από τις αγγλικές λέξεις modulator/demodulator δηλαδή διαμορφωτής/αποδιαμορφωτής. Η βασική του λειτουργία επικεντρώνεται στην μετατροπή των αναλογικών σημάτων ,που ‘ταξιδεύουν’ στο μέσο ενός δικτύου, σε ψηφιακά σήματα, που είναι τα σήματα στα οποία ανταποκρίνονται οι υπολογιστές, καθώς και την ανάποδη διαδικασία. Εδώ αξίζει να αναφερθεί, ότι λίγο παλαιότερα , τα modem ήταν ενσωματωμένα στην μητρική κάρτα του εκάστοτε υπολογιστή. Σήμερα, τα Modem είναι γνωστά ως router , όταν γίνεται λόγος για το Διαδίκτυο.



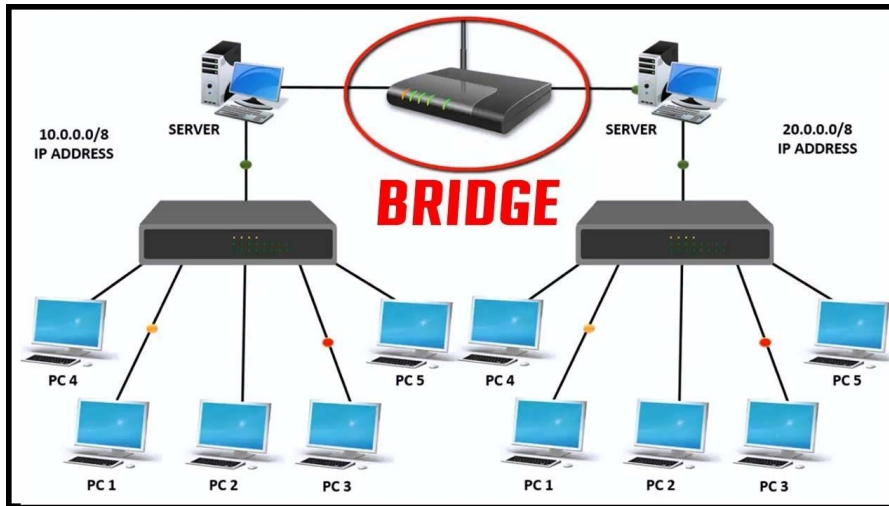
Εικόνα 2.4: Η δικτυακή Συσκευή Modem

- Hub: Πρόκειται για μια συσκευή με ένα πλήθος θυρών (usb και όχι μόνο) με απώτερο σκοπό να συνδεθούν διάφορες συσκευές μέσω αυτής για να επικοινωνήσουν



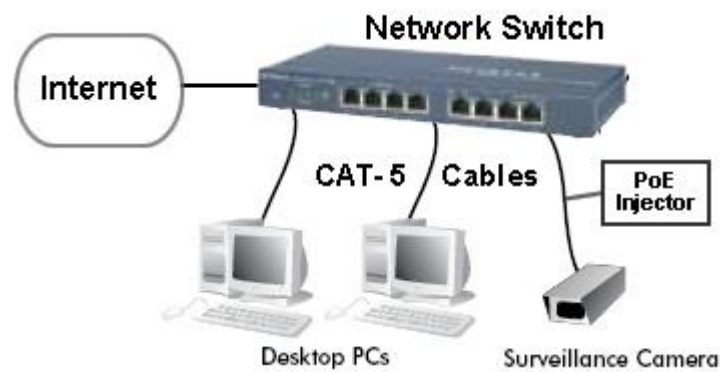
Εικόνα 2.5: Η δικτυακή Συσκευή Hub

- Γέφυρα (Bridge): Συσκευή που χρησιμοποιείται για την διασύνδεση διαφορετικών τοπικών δικτύων με απώτερο σκοπό την ενοποίηση τους και έτσι να γίνει ένα ενιαίο τοπικό δίκτυο.



Εικόνα 2.6: Η Δικτυακή Συσκευή Bridge

- Μεταγωγέας (switch): Πρόκειται για μια συσκευή που λειτουργεί παρομοίως με το hub με τη διαφορά ότι κατευθύνει τα δεδομένα μόνο προς τον κόμβο –παραλήπτη [3].



Εικόνα 2.7: Η Δικτυακή Συσκευή (Switch)

2.1.2 Κατηγορίες Switch

Στα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούνται δικτυακές συσκευές, μια εκ των οποίων είναι και το switch (μεταγωγέας). Πριν γίνει αναφορά στις κατηγορίες των switch, θα γίνει μια μικρή αναφορά στο τρόπο λειτουργίας.

Τα switches που χρησιμοποιούνται στα τοπικά δίκτυα είναι κοινώς γνωστά ως LAN switches.

Οι μεταγωγείς αυτοί βασίζονται κυρίως στη μέθοδο γνωστή και ως packet switching. Συγκεκριμένα, ο μεταγωγέας δημιουργεί μια σύνδεση μεταξύ δύο τμημάτων (segments) και τη διατηρεί μέχρις ότου φτάσει το πακέτο, στο οποίο ανήκουν, στον αποστολέα.

Ο μεταγωγέας βασίζεται σε τρεις τεχνικές για την διαχείριση της κυκλοφορίας στο δίκτυο:

- **Cut-through:** Σε αυτή τη μέθοδο, το switch, μόλις λάβει την πρώτη πληροφορία για τη MAC address, την αποθηκεύει και αρχίζει την εκπομπή στον αποστολέα χωρίς να έχει ακόμα ολοκληρωθεί η πληροφορία
- **Store and Forward:** Σε αυτή τη μέθοδο, το switch αποθηκεύει όλο το packet με τη πληροφορία και την ελέγχει για τυχόν λάθη (errors). Εάν δεν υπάρχουν , τότε αντιστοιχεί τη MAC address και αποστέλλει τη πληροφορία στον παραλήπτη.
- **Fragment – free:** Η μέθοδος αυτή είναι η λιγότερη χρησιμοποιούμενη. Ουσιαστικά, αποθηκεύει τα πρώτα 64 bytes του πακέτου πριν το στείλει. Και αυτό βασίζεται στο ότι τα περισσότερα λάθη (errors) και συγκρούσεις (collision) συμβαίνουν κατά τη διάρκεια αυτών των 64 Bytes [4].

Τα switches λειτουργούν κυρίως στο δεύτερο επίπεδο (Layer 2) του μοντέλου OSI. Αυτό , από μόνο του, αποτελεί μια κατηγορία.

- **Layer 2 Switch:** Ο μεταγωγέας 2^{ου} επιπέδου επικεντρώνεται ουσιαστικά στο φυσικό επίπεδο πραγματοποιώντας έλεγχο σφαλμάτων σε κάθε πλαίσιο (frame) που αποστέλλεται ή αποδέχεται. Για να αποδώσει, απαιτείται η MAC address του εκάστοτε κόμβου στο δίκτυο. Οι φυσικές αυτές διευθύνσεις δεσμεύονται από κάθε πλαίσιο που δέχεται και τις αποθηκεύει για μεταγενέστερη χρήση. Αυτό δίνει το πλεονέκτημα η μετάδοση των πληροφοριών να γίνεται απευθείας στον προορισμό [5].

- **Layer 3 Switch:** Ο συγκεκριμένος τύπος switch χρησιμοποιείται κυρίως για το VLAN. Το switch αυτό εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα ενός τυπικού switch και τη λειτουργία του αλλά συμπεριφέρεται και ως router. Υποστηρίζει πρωτόκολλα

δρομολόγησης με αποτέλεσμα να είναι σε θέση να αποφασίζει τη διαδρομή που θα ακολουθήσουν τα πακέτα από την προέλευση στον προορισμό. Βασικά χαρακτηριστικά των μεταγωγέων αυτού του επιπέδου είναι τα εξής:

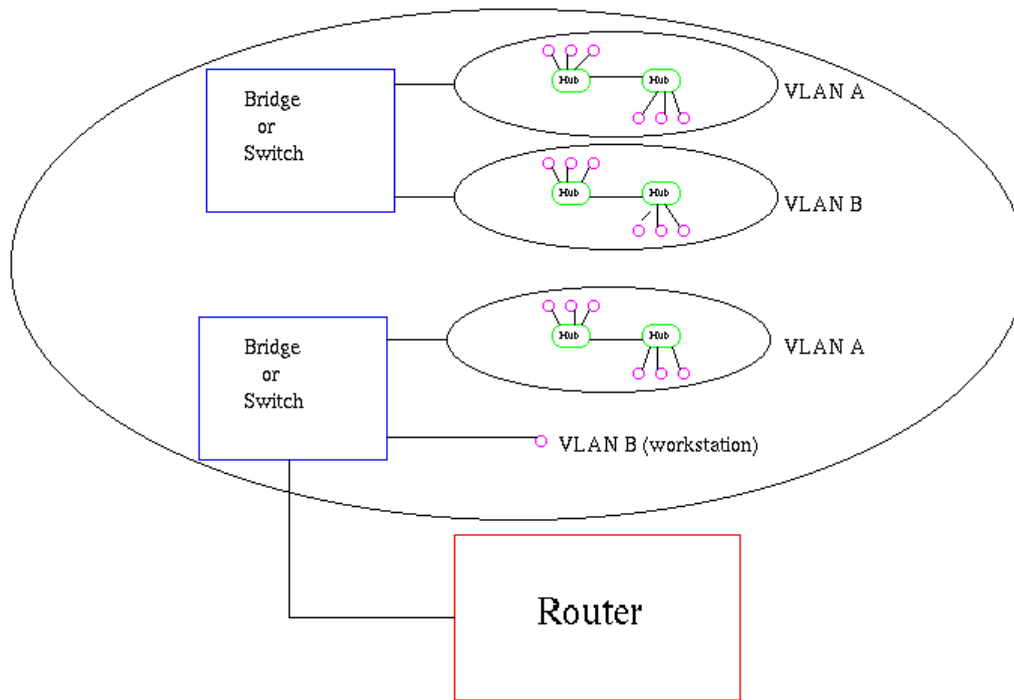
- Περιέχουν θύρες για Ethernet
- Συνδέουν συσκευές που βρίσκονται στο ίδιο δίκτυο
- Χρησιμοποιούν αλγορίθμους για τη δρομολόγηση
- Λειτουργούν ανάμεσα από δύο επίπεδα. Το επίπεδο 2 και το επίπεδο 3 του OSI [6].

2.2 Η λειτουργία των Εικονικών Τοπικών Δικτύων (VLAN)

Τα LAN, χρησιμοποιώντας διάφορες δικτυακές συσκευές και πραγματοποιούν συνδέσεις μεταξύ τους για την αποστολή των δεδομένων. Βέβαια, παρουσιάζονται αρκετά προβλήματα ένα εκ των οποίων και οι συγκρούσεις στο μέσο. Από την άλλη ένα εικονικό τοπικό δίκτυο είναι ουσιαστικά ένα LAN από το οποίο έχουν προκύψει πολλά άλλα μικρότερα LAN. Η βασική ιδέα στην οποία βασίζονται τα VLAN , είναι ότι ‘σπάνε’ σε υποομάδες λογικών διευθύνσεων τα LAN. Έτσι, οι διάφορες συσκευές του δικτύου δεν είναι απαραίτητο να ανήκουν στο ίδιο χώρο.

Επίσης, τα VLAN προτάθηκαν και ως λύση σε αρκετά προβλήματα που παρουσίαζαν και παρουσιάζουν τα LAN. Αναφορικά

1. Διευκολύνεται ο διαχωρισμός broadcast domains σε ένα δίκτυο καθαρής μεταγωγής
2. Δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας μικρότερων broadcast domains μέσα σε ένα διασυνδεδεμένο δίκτυο μεταγωγής
3. Μειώνονται οι δικτυακές συσκευές και η ύπαρξη αρκετών δρομολογητών [27].



Εικόνα 2.8: Η λειτουργία των VLAN

Ανάλογα την κυκλοφορία του δικτύου στο οποίο υλοποιούνται τα VLAN, κατατάσσονται και σε διάφορους τύπους, όπως οι παρακάτω:

- **Default VLAN:** Σε αυτού του τύπου το VLAN, τα switches ενσωματώνονται σε ένα προκαθορισμένο VLAN. Με αυτό τον τρόπο, κάθε δικτυακή συσκευή συνδεδεμένη σε οποιοδήποτε switch μπορεί να επικοινωνήσει με οποιαδήποτε άλλη στο δίκτυο που βρίσκονται διασυνδεδεμένες με άλλα switch ports.
- **Data VLAN:** Ο συγκεκριμένος τύπος VLAN είναι για traffic που δημιουργείται από τον χρήστη.
- **Native VLAN:** VLAN συνδεδεμένο με 802.1Q trunk port
- **Voice VLAN:** VLAN για την αντιμετώπιση προβλημάτων από δίκτυα τα οποία μεταφέρουν φωνή [28].

2.2.1 The IEEE 802.1Q

Για τη λειτουργία, γενικά των δικτύων, υπάρχει ένας οργανισμός που καθιερώνει τα πρότυπα και τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στην εκάστοτε περίπτωση και ανάγκη. Η ένωση αυτή είναι γνωστή ως IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers – Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών).

Η συγκεκριμένη ένωση έχει εκδώσει διάφορα standard σχετικά με τη λειτουργία των δικτύων, από τα οποία το πιο γνωστό είναι το 802.

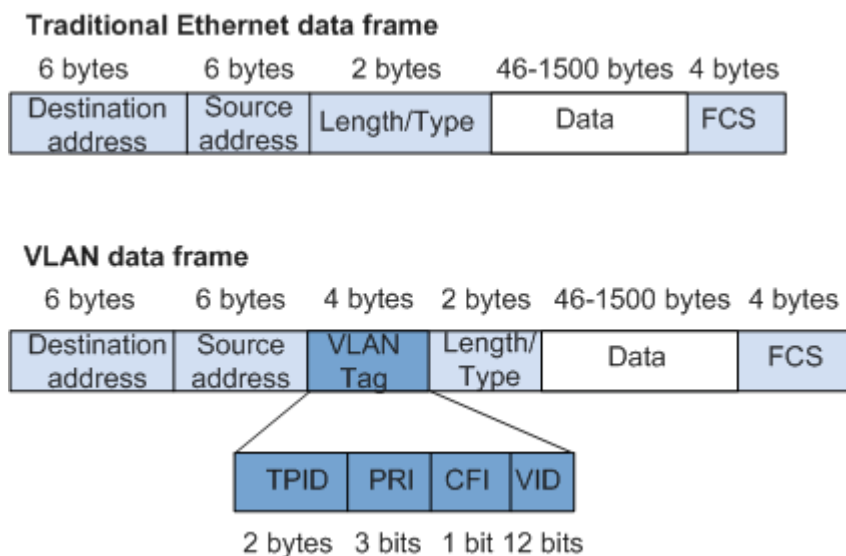
Το 802 πρόκειται για ένα σύνολο από standards τα οποία καθορίζουν τους τρόπους λειτουργίας των τοπικών δικτύων καθώς και των μητροπολιτικών δικτύων αλλά και άλλων τύπων δικτύων. Κάποια από τα πιο ευρέως γνωστά standards είναι τα παρακάτω:

- Ethernet – 802.3
- Wireless LAN -802.11
- Wireless PAN – 802.15
- Wireless Coexistence – 802.19 [7].

Στην περίπτωση των Εικονικών Τοπικών Δικτύων (VLAN) χρησιμοποιείται το 802.1Q

Το 802.1Q πρόκειται για μια ομάδα πρωτοκόλλων τα οποία καθορίζουν το τρόπο λειτουργίας των εικονικών τοπικών δικτύων. Τα πρωτόκολλα αυτά προσανατολίζονται στη βασική ιδιότητα των VLAN που είναι το λεγόμενο tagging, δηλαδή η διαδικασία κατά την οποία ταυτοποιείται το δίκτυο από το οποίο προέρχεται το frame σε έναν host.

Κάθε frame αποτελείται από επικεφαλίδα με συγκεκριμένα πεδία για την αναγνώριση και ταυτοποίηση του όπως MAC προορισμού και προέλευσης, Μήκος δεδομένων FCS. Στην περίπτωση των VLAN , προστίθεται ένα ακόμα πεδίο το λεγόμενο 802.1Q Tag για να προσδιοριστεί και το τοπικό δίκτυο από το οποίο προέρχεται [8].



Εικόνα 2.9: Το πλαίσιο του 802.1Q

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.9 , η ετικέτα για το VLAN αποτελείται από άλλα πεδία τα οποία είναι τα εξής:

Πεδίο	Λειτουργία
TPID (Tag Protocol Identifier)	Προσδιορίζει το τύπο του πλαισίου και έχει μέγεθος 2 bytes
PRI (Priority)	Προσδιορίζει ότι το πρωτόκολλο 802.1Q έχει προτεραιότητα και έχει μέγεθος μόλις 3bits
CFI(Canonical Format Indicator)	Έχει μέγεθος 1bit και χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τη συμβατότητα μεταξύ Ethernet δικτύων με δίκτυα τύπου Token Rings
VID (VLAN Id)	Προσδιορίζεται το VLAN από το οποίο προήλθε το πλαίσιο.

Πίνακας 2-1: Πεδία της επικεφαλίδας του 802.1Q [9]

Η αναγνώριση και η μετάδοση της πληροφορίας μεταξύ των διαφορετικών VLAN γίνεται ως εξής:

Όταν σε μια γέφυρα VLAN (όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.8) φτάσει πληροφορία από κάποιον κόμβο, τότε προσπαθεί να εντοπίσει το VLAN από το οποίο προέρχεται αυτός ο κόμβος. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή στα VLAN, ως explicit tagging. Η απόφαση αυτή βασίζεται σε αρκετούς παράγοντες συμπεριλαμβανομένου τη MAC address, διεύθυνση πηγής κ.α

2.3 Διαμόρφωση και Διαχείριση Εικονικών Τοπικών Δικτύων (VLAN)

2.3.1 VLAN Membership

Προαναφέρθηκε ότι το VLAN διασπά «λογικά» τις IP διευθύνσεις και κάθε ομάδα από αυτές τις διευθύνσεις ουσιαστικά ανήκει σε ένα συγκεκριμένο VLAN. Αυτή τη διαδικασία είναι γνωστή και ως VLAN Membership.

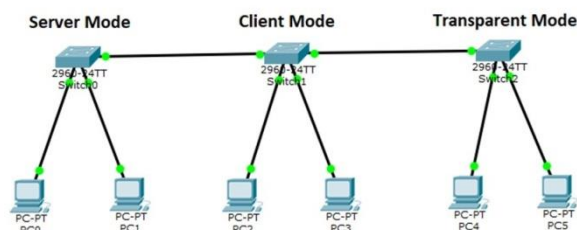
Συγκεκριμένα, υπάρχουν δύο μέθοδοι που ακολουθείται στο VLAN Membership. Η στατική (static) και η δυναμική (dynamic) , δημιουργώντας αντίστοιχα στατικά και δυναμικά εικονικά τοπικά δίκτυα.

Η βασική διαφορά αυτών των δύο είναι ότι στα στατικά VLANs ο διαχειριστής αποφασίζει και διαμορφώνει το VLAN και ύστερα αναθέτει τα VLAN στην αντίστοιχη θύρα του switch. Ενώ στα δυναμικά το switch είναι αυτό που αποφασίζει σε ποια θύρα θα αναθέσει το εκάστοτε VLAN [10].

2.3.2 VLAN trunks

Δεν διανοείται να μην υπάρχει το λεγόμενο trunk σε ένα VLAN. Πρόκειται ουσιαστικά για μια σύνδεση από σημείο σε σημείο (point- to- point) μεταξύ δύο συσκευών που συνδέουν διάφορα VLAN. Για την καλύτερη λειτουργία της σύνδεσης αυτής χρησιμοποιείται και το πρωτόκολλο VLAN Trunking Protocol (VTP) [11].

VTP (VLAN Trunking Protocol)



Εικόνα 2.10: VTP

2.3.3 Link Aggregation

Συνάθροιση συνδέσεων ή αλλιώς όπως είναι γνωστό ως link aggregation επιτρέπει συνδυασμό συνδέσεων Ethernet σε μια και μοναδική «λογική» σύνδεση μεταξύ δύο διαδικτυακών συσκευών όπως πχ switches [12].

Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιείται ένα πρωτόκολλο προσαρμοσμένο στην διασύνδεση των δικτυακών συσκευών για τη δημιουργία, αυτόματα, της σύνδεσης αυτής. Το πρωτόκολλο αυτό είναι το LACP (Link Aggregation Control Protocol) [13].

Τα πλεονεκτήματα αυτής της τακτικής συμπεριλαμβάνονται στα ακόλουθα:

- Αυξημένο εύρος ζώνης αφού επιμέρους συνδέσεις συνδυάζονται σε μια
- Διευκόλυνση στην διαχείριση των επιμέρους συνδέσεων
- Ελαχιστοποίηση της χρήσης νέων IP διευθύνσεων [14].

2.3.4 Ασφάλεια και VLAN

Τα VLAN αξιοποιούν τις λογικές και όχι τις φυσικές διευθύνσεις των κόμβων δύο ή περισσότερων τοπικών δικτύων. Επίσης, χρησιμοποιούν δικτυακές συσκευές όπως switch για να μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, ένα switch μπορεί να υποστηρίξει μέχρι 64 ή 250 διαφορετικά VLANs. Κάθε VLAN ταυτοποιείται με ένα συγκεκριμένο ID, μέσω της διαδικασίας tagging, το οποίο αποθηκεύεται σε μια βάση δεδομένων που είναι προσπελάσιμη από το εκάστοτε switch. Αναφέρθηκε επίσης, ότι ένα από τα πλεονεκτήματα είναι και η λιγότερη σπατάλη των IP διευθύνσεων ενός τοπικού δικτύου [15].

Παρόλα αυτά, ελλοχεύουν κάποιοι κίνδυνοι που κυρίως είναι σε θέματα ασφάλειας. Παρακάτω, θα αναφερθούν διάφορες παραβιάσεις που μπορεί να συμβούν σε κάποιο εικονικό δίκτυο και στη δικτυακή του συσκευή.

- MAC attack
- Basic VLAN Hopping Attack:
- Double encapsulation VLAN Hopping Attack:
- ARP attack
- VTP attack [16].

Κεφάλαιο 3 : Εφαρμογές των Εικονικών Δικτύων

Τα VLAN αντιμετωπίζουν αρκετά από τα προβλήματα που προκαλούνται από τα LAN και τις λειτουργίες τους. Για αυτό και βρίσκουν εφαρμογή σε αρκετούς τομείς. Στις παρακάτω σελίδες, θα γίνει μια μικρή αναφορά σε κάποιες ενδεικτικές εφαρμογές των δικτύων αυτών.

3.1 Εφαρμογή των VLAN στις Πανεπιστημιούπολεις

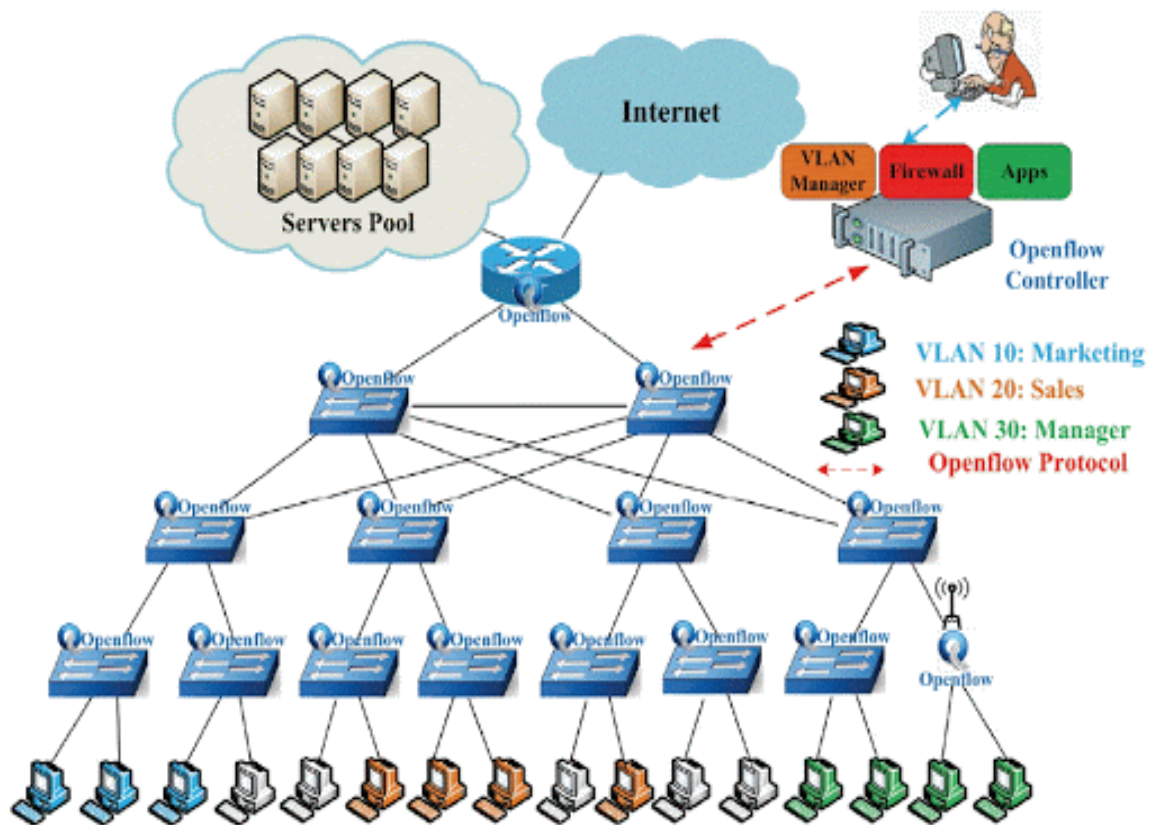
Μια εφαρμογή των τοπικών εικονικών δικτύων είναι και στα Πανεπιστήμια και κυρίως στις Πανεπιστημιούπολεις.

Ουσιαστικά, με τα τοπικά δίκτυα κάθε κοινότητα και κτίριο μοιράζονται από ένα εικονικό δίκτυο.

Από τα βασικότερα πλεονεκτήματα που παρέχει αυτή η μέθοδος στους διαχειριστές των τοπικών δικτύων είναι τα εξής:

- Περιορίζεται η σπατάλη στις διευθύνσεις εκπομπών (broadcast traffic)
- Απλοποίηση των μεθόδων πρόσβασης
- Υποστήριξη αποκεντρωμένης διαχείρισης των δικτύων
- Επιτρέπεται απεριόριστη πρόσβαση και παροχή υπηρεσιών ασύρματων δικτύων χωρίς περιορισμό στους hosts που μπορεί να υποστηριχτούν [17].

Αξίζει να αναφερθεί ότι η τεχνολογία SDN, για τις Πανεπιστημιούπολεις, βασίζεται σε μια τεχνική γνωστή ως captive portal. Συγκεκριμένα, ο χρήστης συνδέεται με έναν DHCP server. Ο server του παρέχει μια διεύθυνση IP, με την οποία προχωρά σε αυθεντικοποίηση. Όταν τελειώσει με την χρήση του, η IP διεύθυνση απελευθερώνεται «γυρνώντας» την στον server.



Εικόνα 3.1: SDN & Campus

3.2 Εφαρμογή των VLAN στα Νοσοκομεία

Μια άλλη εφαρμογή των VLAN είναι και τα νοσοκομεία.

Διάφοροι τομείς και εργαστήρια θα μπορούν να χρησιμοποιούν και να αποστέλλουν πληροφορίες μέσω των VLAN. Έτσι, εκτός από το προφανές πλεονέκτημα που είναι η άμεση ενημέρωση των θεραπόντων ιατρών ενός ασθενούς αλλά και την άμεση αντιμετώπιση και εύρεση της θεραπείας τους, τα οφέλη αφορούν και τα νοσοκομεία.

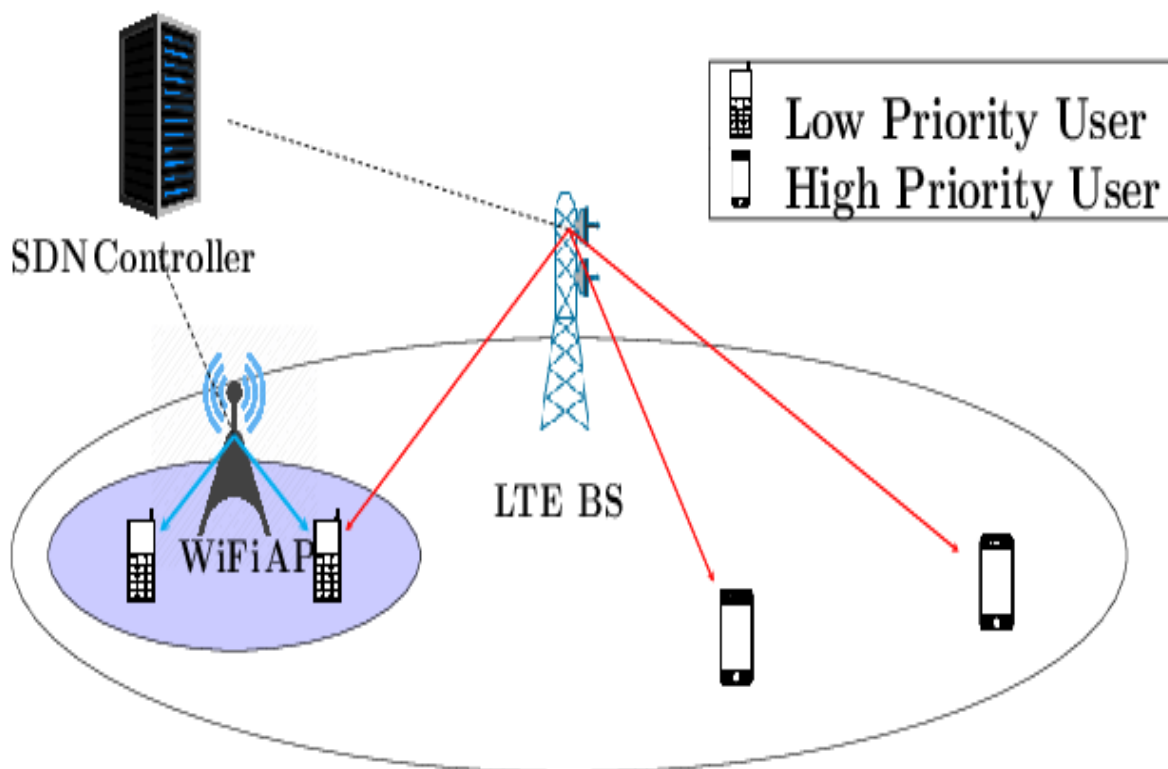
Ένα βασικό πλεονέκτημα είναι το Οικονομικό όφελος αφού, όπως έχει προαναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια, το VLAN χρειάζονται, μόνο, δικτυακές συσκευές όπως switches για να μπορέσουν να αναπτυχθούν [18].

3.3 Εφαρμογή στα Δίκτυα Κινητής Πρόσβασης

Ο 21^{ος} αιώνας χαρακτηρίζεται από την ελεύθερη και πανταχού πρόσβαση των χρηστών στις υπηρεσίες διαδικτύου. Αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιούνται διάφορα είδη δικτύων για να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες αυτές. Ένα εξ αυτών είναι το WIFI , το οποίο συναντάται σε κάθε δημόσιο χώρο (πόλη κοκ) , σε καταστήματα , σε καφετέριες , μπαρ κοκ

Ο αριθμός των χρηστών, όμως αυξάνεται, προκαλώντας στις εταιρείες παροχής WIFI , έναν πανικό αφού δεν μπορούν να το διαχειριστούν. Μια λύση σε αυτό είναι η χρήση των SDN.

Συγκεκριμένα, η ιδέα βασίζεται να υπάρχει, ουσιαστικά, μια τεχνολογία για το σύνολο των εταιρειών WIFI. Στη συνέχεια, ο εκάστοτε χρήστης θα παίρνει μια διεύθυνση IP από έναν συγκεκριμένο DHCP server και από εκεί θα του παρέχεται η πρόσβαση στο διαδίκτυο [26].



Εικόνα 3.2: SDN & WiFi

3.4 Εφαρμογή στα Data Center

Τα Data Center είναι ουσιαστικά συστήματα αποθήκευσης και συλλογής δεδομένων. Υπάρχουν, κυρίως, τρία είδη data centers τα οποία η διαφορά τους έγκειται στο ποιος τα χρησιμοποιεί. Επομένως, υπάρχουν τα ιδιωτικά με κατόχους εταιρείες ή οργανισμούς για χρήση όμως μέσα στα πλαίσια λειτουργία τους, ιδιωτικά αλλά με παροχή σε πελάτες τους, και τα δημόσια , τα οποία έχουν πολλούς κατόχους. Τα τελευταία είναι εύκολα προσβάσιμα από το Διαδίκτυο και χρησιμοποιούν την τεχνολογία cloud. Έτσι, οι χρήστες μπορούν εύκολα, άμεσα να αποθηκεύουν, να τροποποιούν και να διαχειρίζονται τα δεδομένα τους. Τέτοια παραδείγματα είναι Google Drive, Dropbox κοκ.

Όπως είναι εύλογο, η αυξανόμενη τάση σε αποθήκευση δεδομένων ακόμα και σε απλούς χρήστες, φέρνει στην επιφάνεια την επέκταση των data centers για μεγαλύτερη αποθήκευση και αποτελεσματικότητα. Όμως, η επέκταση αυτή έρχεται αντιμέτωπη με κάποιους περιορισμούς όπως η μείωση των διευθύνσεων IP για τους server στο data center, ταυτόχρονη χρήση πολλών πόρων κοκ

Τη λύση σε αυτό το πρόβλημα δίνουν τα SDN, σε δειλά ακόμα βήματα σε συνεργασία με την εικονοποίηση (virtualization) των δικτύων [26].

Κεφάλαιο 4 : Περιορισμοί και Προβλήματα των VLAN

4.1 Περιορισμοί των VLANs

Τα VLAN έκτοτε της εμφάνισής τους, άρχισαν να χρησιμοποιούνται ευρέως. Το βασικό πλεονέκτημα που έκανε τόσο δημοφιλή τα VLAN είναι η διαχείριση των ήδη υπαρχόντων διευθύνσεων. Συγκεκριμένα, ο εκάστοτε διαχειριστής ενός δικτύου είναι σε θέση να «δημιουργεί» πολλά μικρότερα δίκτυα με ξεχωριστά domains χωρίς όμως τη χρήση επιπλέον δρομολογητών (router).

Η δυνατότητα αυτή παρέχει ευελιξία στα δίκτυα, η κίνηση (traffic) του δικτύου διαμοιράζεται προς περισσότερα σημεία και έτσι δεν εγκλωβίζεται σε ένα σημείο του δικτύου πχ σε περίπτωση που ένας διακομιστής αντιμετωπίζει πρόβλημα. Επίσης, όπως προαναφέρθηκε, επειδή δεν απαιτείται η χρήση άλλου υλικού, αυτομάτως σημαίνει και λιγότερο κόστος για την εταιρεία που διαχειρίζεται το δίκτυο. Τέλος, στα βασικά τους πλεονεκτήματα συγκαταλέγεται και η ευχρηστία τους στους διάφορους χρήστες και τη δυνατότητα να τα χρησιμοποιούν σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου (host mobility).

Παρόλα αυτά και παρότι την ευρεία τους διάδοση, υπήρχαν και κάποια εμπόδια που έπρεπε να αντιμετωπίσουν οι διαχειριστές αυτών των δικτύων. Το βασικότερο είναι ότι η διαχείριση ενός τέτοιου δικτύου δεν είναι εύκολη διαδικασία. Αντιθέτως, είναι κουραστική, πολύπλοκη και ιδιαίτερη ευάλωτη σε σφάλματα δικτύου ειδικά όταν ο διαχειριστής είναι αναγκασμένος να διαχειριστεί συσκευές οι οποίες ανήκουν σε μεγάλο δίκτυο. Με λίγα λόγια, εμπόδιο αποτελεί η αποτελεσματική διαχείριση των εικονικών δικτύων που δημιουργούνται. [SDN and campus]

Η λύση στο πρόβλημα αυτό, που σε αρκετές περιπτώσεις ήταν ανασταλτικό για τη χρήση των VLAN, ήρθε με την πρόταση των SDN (Software Design Network).

4.2 SDN (Software Design Network)

Η λύση στα προβλήματα και τους περιορισμούς που προκύπτουν από την διαδικασία διάσπασης του δικτύου σε εικονικό δίκτυο, είναι τα λεγόμενα SDN. Θα γίνει μια μικρή ιστορική αναφορά σε αυτά στις παρακάτω παραγράφους και στη συνέχεια θα επεξηγηθεί η λειτουργία τους και η χρησιμότητά τους.

4.2.1 Η εξέλιξη των SDN

Η ανάγκη εμφάνισης των SDN ήταν όπως προαναφέρθηκε η δυσκολία διαχείρισης των πολλαπλών συσκευών σε ένα μεγάλο δίκτυο και όχι μόνο όταν χρησιμοποιείται ένα VLAN. Το SDN ουσιαστικά επικεντρώνεται στη διαχείριση ενός προγραμματιζόμενου δικτύου (programmable network). Ενός δικτύου δηλαδή που μπορεί να λειτουργήσει και να διαχειριστεί με εντολές ξεκάθαρες και σαφείς από τον διαχειριστή.

Η επανάσταση των SDN οδήγησε και στην εμφάνιση αρκετών λογισμικών. Ένα από αυτά, θα αναφερθεί στα επόμενα κεφάλαια και είναι το OpenFlow.

Η ιστορία, λοιπόν, των δικτύων και της διαχείρισής τους, χωρίζεται σε τρία στάδια.

1^ο Στάδιο: Ενεργά Δίκτυα – Περίοδος 1990 έως 2000

Πρόκειται για τις χρονιές που το Διαδίκτυο γίνεται γνωστό και διαδίδεται σε όλο τον κόσμο. Όλο και περισσότεροι είναι οι χρήστες και αυξάνονται μέρα με την μέρα. Μαζί με τον αριθμό των χρηστών, αυξάνονται και οι απαιτήσεις ως προς τις υπηρεσίες που θα πρέπει να παρέχονται μέσω αυτού.

Για τις αυξανόμενες αυτές ανάγκες, οι επιστήμονες πρότειναν διάφορα πρωτόκολλα και διάφορες νέες τεχνολογίες έτσι ώστε να είναι δυνατή η διαχείριση μεγάλων δικτύων.

Σε αυτήν την ακμή, εμφανίστηκε και ο όρος Ενεργή Δικτύωση. Ο όρος αυτός αναφέρεται στην εμφάνιση διεπαφών δικτύου (API network) δίνοντας τη δυνατότητα στον διαχειριστή να δει και να ελέγχει τους πόρους του δικτύου του.

Επίσης, προτάθηκαν δύο μοντέλα προγραμματισμού και τεχνικής των δικτύων:

A) Capsule Model: Ο κώδικας που πρέπει να εκτελεστεί από κάθε κόμβο δικτύου μεταφέρεται εντός εύρους ζώνης στα πακέτα δεδομένων

B) Switch Model: Ο κώδικας που πρέπει να εκτελεστεί από κάθε κόμβο καθιερώνεται από μηχανισμούς εκτός της επικοινωνίας των κόμβων.

2^ο Στάδιο: Διαχωρισμός Ελέγχου και Δεδομένων – 2001 έως και 2007

Πρόκειται για τις χρονιές που προτάθηκαν ανοικτού τύπου διεπαφές, οι οποίες διαχωρίζουν τα δεδομένα που προέρχονται από τα επίπεδα ελέγχου και δεδομένων.

Η ανάγκη της ύπαρξης αυτών των διεπαφών προέκυψε από την αύξηση του εύρους ζώνης των δικτύων. Αυτό με τη σειρά του επέφερε απαιτήσεις στην απόδοση του δικτύου. Όμως, οι συμβατικές συσκευές δικτύου δεν μπορούσαν να αποδώσουν τα μέγιστα ούτε να

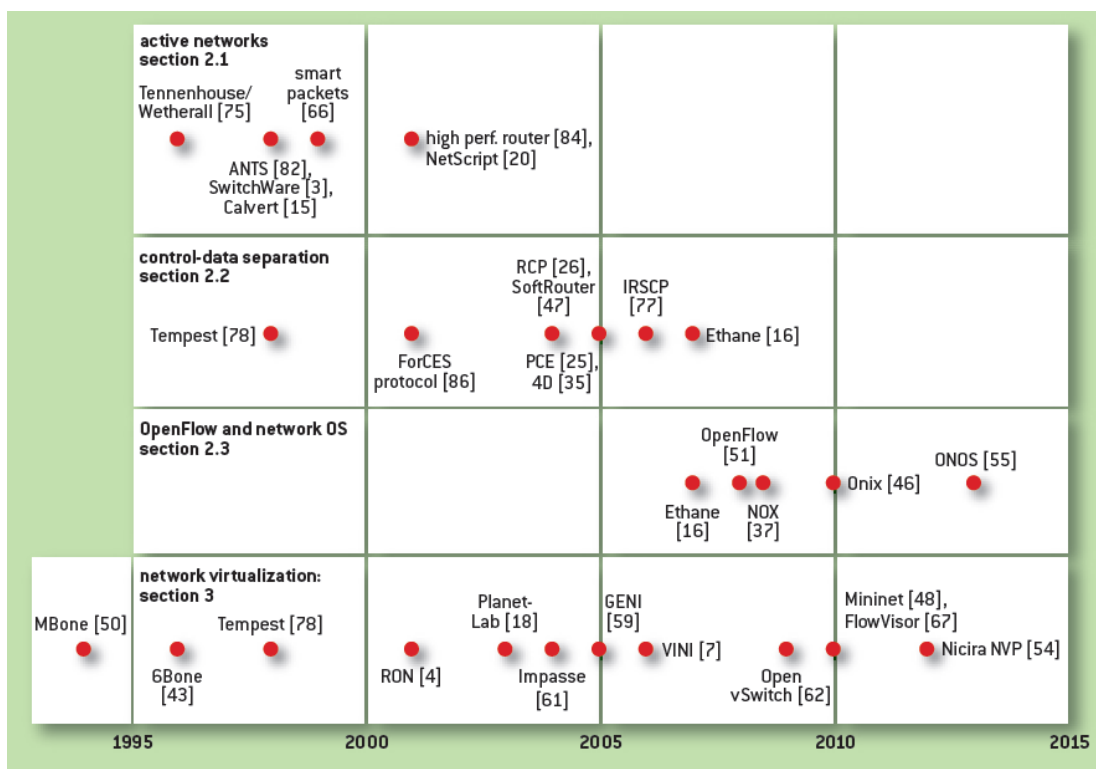
βοηθήσουν τους διαχειριστές στον έλεγχο για την βέλτιστη απόδοση του δικτύου χωρίς την διαμεσολάβηση ενός ISP.

Η λύση δόθηκε με τη δημιουργία κατάλληλων διεπαφών που διαχωρίζουν τα επίπεδα ελέγχου μεταφοράς και ζεύξης δεδομένων.

Αυτό επέφερε αρκετές αλλαγές και διευκολύνσεις όπως η εύρεση καλύτερων διαδρομών για την αποστολή των πακέτων στο προορισμό και η επιλογή αυτή βασίζεται στο φορτίο της εκάστοτε διαδρομής.

3^ο Στάδιο: OpenFlow API – 2007 έως και 2010

Σε αυτό το στάδιο καθιερώνεται πλέον μέσω και της διεπαφής του OpenFlow και άλλων συστημάτων, η χρήση των ανοικτών διεπαφών και μεθόδων που επιτρέπουν το διαχωρισμό των επιπέδων ελέγχου και δεδομένων με έναν εύκολο και πρακτικό τρόπο για τους διαχειριστές [19].



Εικόνα 4.2: Η εξέλιξη των SDN

4.2.2 Βασικές αρχές της αρχιτεκτονικής των SDN

Τα SDN υλοποιήθηκαν με απώτερο σκοπό τη διευκόλυνση του ελέγχου του εκάστοτε δικτύου. Η αρχιτεκτονική τους αποτελείται από διάφορες αρχές και κανόνες που αποτελούν άλλωστε και τη βασική ιδέα για την εμφάνισή τους. Παρακάτω, αναφέρονται επιγραμματικά αυτές.

A) Αποσύνδεση των επιπέδων ελέγχου και ζεύξης δεδομένων

Ήδη στα προηγούμενα εδάφια έγινε αναφορά ότι η ιδέα αυτή που βασίζονται τα SDN είναι ο διαχωρισμός των επιπέδων ελέγχου και ζεύξης δεδομένων.

B) Κεντρικός Έλεγχος σε Λογικό Επίπεδο Διευθύνσεων

Η ιδέα αυτή και η υλοποίησή της προσφέρουν μια πιο γενική και καθολική εικόνα των συσκευών που συμμετέχουν σε ένα δίκτυο και αυτό με τη σειρά του μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη χρήση τους.

Γ) Αφαίρεση κάποιων πόρων του δικτύου

Η αφαίρεση κάποιων αυθαίρετων και ίσως μη χρήσιμων πόρων του δικτύου και την μετάθεσή τους σε εξωτερικές εφαρμογές επεκτείνουν την δυνατότητα του δικτύου να προγραμματιστεί και να διαχειριστεί [20].

4.2.3 Πλεονεκτήματα των SDN

Το SDN, λοιπόν, προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα. Κάποια από αυτά είναι τα παρακάτω:

1) Έλεγχος Ροής Δικτύων: Ο έλεγχος της κυκλοφορίας των δεδομένων σε ένα δίκτυο είναι από τα βασικότερα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας των SDN. Αυτή η 'ικανότητα' τους διευκολύνει και την ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως VoIP, video κ.α. να μεταδοθούν αποδοτικότερα και ταχύτερα.

2) Εξοικονόμηση Πόρων: Προαναφέρθηκε ότι, ούτως ή άλλως η εμφάνιση των VLAN, διευκόλυνε τα μεγάλα δίκτυα χωρίς επιπλέον δικτυακές συσκευές. Τα SDN ακολουθούν το ίδιο μοτίβο αφού ο διαχειριστής μπορεί να επαναχρησιμοποιήσει τις ίδιες δικτυακές συσκευές που υπάρχουν [21].

3) Εύκολη και χωρίς προβλήματα διαμόρφωση δικτύου: Το πλεονέκτημα αυτό γίνεται κατανοητό όταν κυρίως πρόκειται για μεγάλα δίκτυα. Τα μεγάλα δίκτυα αποτελούνται από αρκετές δικτυακές συσκευές και πόρους. Έτσι, εάν χρειάζεται κάποια ενέργεια για την

αναβάθμιση του δικτύου ή για την τροποποίηση γενικά του δικτύου, ο διαχειριστής μπορεί να προβεί σε κατάλληλες ενέργειες χωρίς να επηρεάσει την λειτουργία του.

4) Κεντρική Διαχείριση: Ένα άλλο από τα βασικά πλεονεκτήματα της τεχνολογίας SDN είναι και η κεντρική διαχείριση. Με τον όρο αυτό νοείται η δυνατότητα όλες οι απαιτήσεις των VLAN's – τα οποία αποτελούν πια μέρος των LAN's – γίνονται από μια κεντρική διεπαφή και χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα σύγχυσης φυσικών και εικονικών αναθέσεων διευθύνσεων.

Είναι εύλογο , λοιπόν, να αποδοθεί το εξής συμπέρασμα:

Ενώ τα VLAN παρέχουν μια ευελιξία στην διευκόλυνση της ροής ενός δικτύου, επαναχρησιμοποιώντας τις ήδη υπάρχουσες δικτυακές συσκευές ,παρόλα αυτά, ειδικά σε μεγάλα δίκτυα με αρκετούς πόρους και κόμβους, η διαχείριση τους και ο συντονισμός τους είναι επίπονη και αρκετά πολύπλοκη διαδικασία.

Αυτό το πρόβλημα ήρθε να λύση η τεχνολογία των SDN. Πρόκειται, λοιπόν, για διεπαφές που επιτρέπουν μια κεντρική διαχείριση των φυσικών και εικονικών διευθύνσεων, της ροής των δεδομένων, παρέχοντας παράλληλα:

- Ευελιξία
- Επεκτασιμότητα
- Ασφάλεια
- Αξιοπιστία
- Καλύτερη απόδοση του δικτύου εν αντιθέσει με την 'παραδοσιακή' μέθοδο δικτύωσης [22].

Κεφάλαιο 5 :Μια Νέα Προσέγγιση – OpenFlow

5.1 Τι είναι το OpenFlow

Ο όρος OpenFlow παρουσιάστηκε όταν έγινε αναφορά και στα SDN. Αν και αρκετές φορές συγχέονται αυτές οι δύο έννοιες καθώς επίσης και ταυτίζονται, παρόλα αυτά το OpenFlow αποτελεί μέρος των SDN.

Συγκεκριμένα, το OpenFlow μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα ανοικτού τύπου πρότυπο, το οποίο παρέχει μια συγκεκριμένη διεπαφή για το προγραμματισμό των διάφορων δεδομένων και των δικτυακών συσκευών που συμμετέχουν σε ένα δίκτυο.

Αποτελείται από το OpenFlow Protocol και είναι πια χαρακτηριστικό σε Ethernet μεταγωγείς, δρομολογητές και ασύρματα δίκτυα πρόσβασης

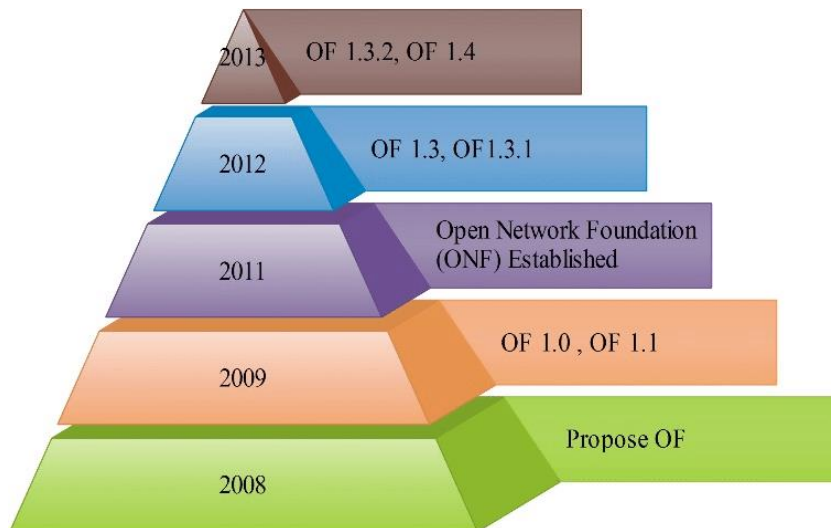
5.2 Η ιστορία του πρωτοκόλλου OpenFlow.

Το OpenFlow παρουσιάστηκε ως πρωτόκολλο μόλις το 2006. Το 2006, λοιπόν, ένας διδακτορικός φοιτητής του πανεπιστημίου του Stanford της Καλιφόρνια, ο Martin Casado, παρουσίασε το επονομαζόμενο Ethane. Ήταν η προσπάθεια του εν λόγω φοιτητή να παρέχει μια γενικευμένη και κεντρική διαχείριση του δικτύου.

Η ιδέα αυτή δεν άργησε να μετεξελιχθεί στο σημερινό OpenFlow με τη βοήθεια ομάδας επιστημόνων από τα πανεπιστήμια Stanford και Berkeley, της Καλιφόρνια [23].

Το 2011, δημιουργείται και ο οργανισμός Open Network Foundation(ONF). Πρόκειται για ένα μη κερδοσκοπικό οργανισμό με απώτερο σκοπό την προαγωγή και υιοθέτηση των SDN δικτύων μέσα από την ανάπτυξη των ανοικτών προτύπων [24].

Την ίδια χρονιά εκδίδεται η πρώτη επίσημη έκδοση (version) του OpenFlow πρωτοκόλλου (Φεβρουάριος 2011) από τον ONF. Έκτοτε, έχει αναβαθμιστεί αρκετές φορές μέσα σε αυτά τα χρόνια μέχρι και σήμερα, φτάνοντας στην έκδοση 1.4 η οποία βελτίωσε την επεκτασιμότητα του πρωτοκόλλου αυτού(Απρίλιος του 2013).



Εικόνα 5.2: Η εξέλιξη του OpenFlow

Εδώ αξίζει να τονιστεί ότι μεγάλες και γνωστές εταιρείες είναι πια μέλη αυτού του οργανισμού όπως:

- Google
- Facebook
- Microsoft
- Cisco
- Dell [25].

5.3 Το Πρωτόκολλο OpenFlow

Το πρωτόκολλο OpenFlow χρησιμοποιείται σε τεχνολογίες SDN αλλά δεν πρέπει να ταυτίζεται με αυτές. Αποτελεί ένα κομμάτι ενός δικτύου SDN. Συγκεκριμένα, αποτελεί ένα κομμάτι της λεγόμενης southbound διεπαφής ενός SDN. Ορίστηκε και χρησιμοποιείται έτσι ώστε να διευκολύνει την επικοινωνία των επιπέδων ελέγχου και δεδομένων ενός SDN.

Το πρωτόκολλο αυτό αποτελείται από πίνακες ροής για την υλοποίηση τειχών προστασίας, ή για στατιστικά στοιχεία των μεταγωγέων και των δρομολογητών ενός δικτύου. Το βασικότερο σε αυτούς τους πίνακες είναι ότι μπορεί να προσπελαστούν ή ακόμα και να τροποποιηθούν μέσω μιας κεντρικής διαχείρισης, μέσω ενός κεντρικού ελεγκτή.

Η κεντρική αυτή διαχείριση είναι που προσφέρει τον προγραμματιστικό έλεγχο στη ροή και στους πόρους που επιζητά ο εκάστοτε διαχειριστής σε ένα δίκτυο

5.3.1 Η αρχιτεκτονική του Πρωτοκόλλου OpenFlow.

Το πρωτόκολλο OpenFlow, το οποίο ενσωματώνεται σε έναν OpenFlow Μεταγωγέα (switch) αποτελείται κυρίως από τα εξής δομικά μέρη:

- Από τον OpenFlow Ελεγκτή (Controller)
- Από τους μεταγωγείς που διαχωρίζονται σε
 - Πόρτες
 - Ασφαλές κανάλι OpenFlow
 - Πίνακες Ροών (flow Tables)
 - Πίνακες Συνόλων (Group Tables)

Η επικοινωνία είναι αμφίδρομη μεταξύ των δομών του OpenFlow. Δηλαδή, Ο μεταγωγέας επικοινωνεί με τον ελεγκτή και ο ελεγκτής διαμορφώνει τον μεταγωγέα μέσω του πρωτοκόλλου OpenFlow. Η διαμόρφωση αυτή αφορά τους πίνακες ροών που αναφέρθηκαν και συγκεκριμένα, μπορεί να προσθέτει ανανεώνει ακόμα και να διαγράφει εγγραφές στους εν λόγω πίνακες. Κάθε εγγραφή στους παραπάνω πίνακες αποτελείται από πεδία , μετρητές κ.α.

5.3.2 Μηνύματα του Πρωτοκόλλου OpenFlow

Το Πρωτόκολλο OpenFlow αποτελείται από τριών ειδών μηνύματα:

- A) Μηνύματα μεταξύ Ελεγκτή και Μεταγωγέα (Controller – to- Switch)
- B) Συμμετρικά Μηνύματα (Symmetric)
- Γ) Ασύγχρονα Μηνύματα (Asynchronous)

Ο κάθε ένας τύπος από τα παραπάνω μηνύματα, είναι προσανατολισμένα σε συγκεκριμένη φάση της λειτουργίας του πρωτοκόλλου. Συγκεκριμένα:

A) Controller – To – Switch: Τα μηνύματα αυτά προσανατολίζονται στο να ελέγχουν την κατάσταση του μεταγωγέα OpenFlow. Στο συγκεκριμένο είδος μηνύματος, μπορεί ο ελεγκτής να ζητήσει από τον μεταγωγέα την ταυτότητα και τις λειτουργίες με τις οποίες είναι επιφορτισμένος ενώ ταυτόχρονα είναι σε θέση να θέτει συγκεκριμένους παραμέτρους σε αυτόν.

B) Symmetric: Τα μηνύματα αυτά στέλνονται σε όλα τα μέρη που συμμετέχουν στο OpenFlow πρωτόκολλο και είναι τα εξής:

Hello: Πρόκειται για συγκεκριμένου τύπου και περιεχομένου μηνύματα που ανταλλάσσονται μεταξύ του ελεγκτή και του μεταγωγέα προκειμένου να εδραιωθεί η μεταξύ τους επικοινωνία.

Echo: Αυτού του είδους τα μηνύματα είναι γνωστά στα δίκτυα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, τα μηνύματα αυτού του τύπου στέλνονται είτε από τον μεταγωγέα είτε από τον ελεγκτή με απώτερο σκοπό να δουν εκατέρωθεν εάν υφίσταται ακόμα η επικοινωνία μεταξύ τους ή ακόμα και να μετρήσουν το εύρος ζώνης.

Experimenter: Αυτού του είδους χρησιμοποιούνται από τον μεταγωγέα OpenFlow για να προσθέσει επιπλέον πληροφορίες στα διάφορα άλλα μηνύματα που αποστέλλονται.

Γ) Asynchronous: Τα μηνύματα αυτά στέλνονται από τον μεταγωγέα στον ελεγκτή και αφορούν τα διάφορα πακέτα δεδομένων και πληροφορίες με αυτά. Κάποια από τα ασύγχρονα μηνύματα είναι τα παρακάτω:

- Packet -In: Τα μηνύματα αυτά μεταφέρουν τον έλεγχο των πακέτων δεδομένων στον ελεγκτή
- Packet-Out: Μηνύματα που αφαιρούν πακέτα από τη δικαιοδοσία του ελεγκτή
- Flow-Removed: Μηνύματα με σκοπό να ενημερώσουν τον ελεγκτή για τη διαγραφή εγγραφών στους πίνακες ροών.
- Port-Status: Μέσω αυτών των μηνυμάτων ενημερώνεται ο ελεγκτής για αλλαγή σε κάποια από τις θύρες.
- Error: Μηνύματα με τα οποία ενημερώνει ο μεταγωγέας τον ελεγκτή για τυχόν προβλήματα [25].

Έτσι, λοιπόν, σε αυτό το κεφάλαιο, έγινε μια αναφορά σε βασικές δομές και λειτουργίες του πρωτοκόλλου OpenFlow. Το επόμενο βήμα είναι η παρουσίαση της διεπαφής συνοδευόμενο με παράδειγμα χρήσης για την κατανόηση τόσο του τρόπου λειτουργίας του όσο και των SDN.

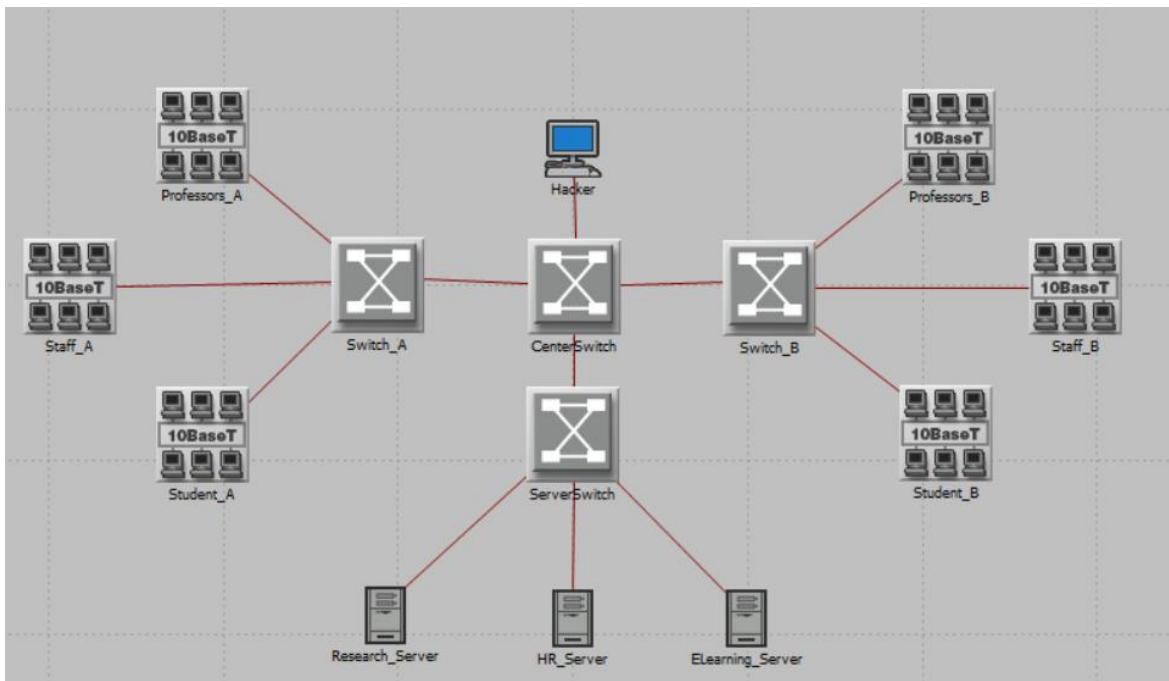
Κεφάλαιο 6 : Δημιουργία VLAN με Riverbed & CPT

Παρακάτω, θα παρουσιαστούν τα βήματα για την υλοποίηση VLAN σε RiverBed και CPT.

6.1 Riverbed & VLAN

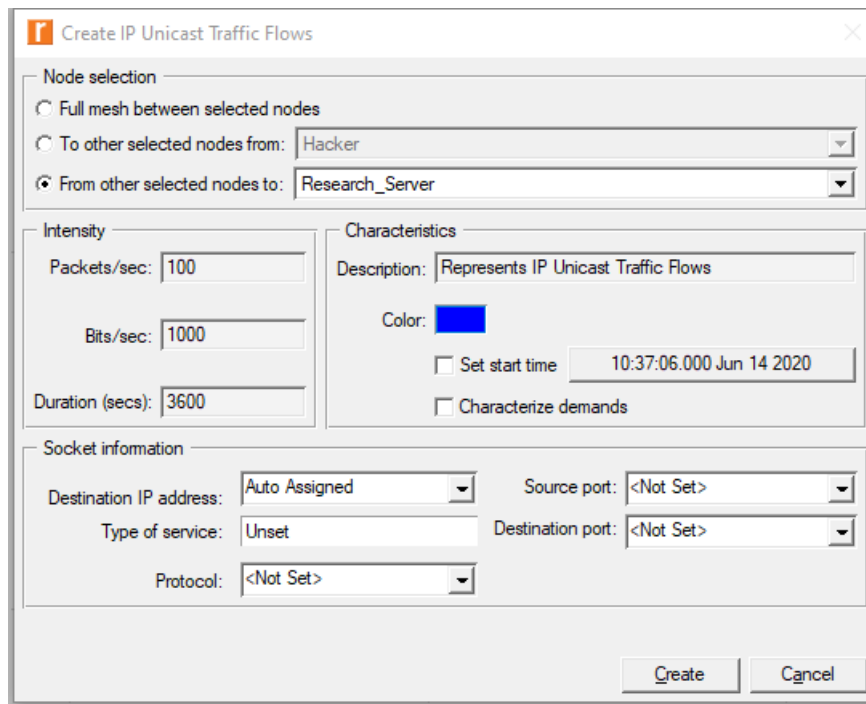
Αρχικά, παρουσιάζονται τα βήματα εισαγωγής των συσκευών στο δίκτυο. Το VLAN θα βασιστεί σε ένα LAN campus.

Αρχικά, δημιουργείται το δίκτυο. Το δίκτυο αποτελείται από 4 switch, 3 server και 6 LAN και 1 τελική συσκευή. Η διαδικασία εισαγωγής θα γίνει από το Object Palette το οποίο βρίσκεται και στη γραμμή εργαλείων του Riverbed.



Εικόνα 6.1: LAN στο Riverbed

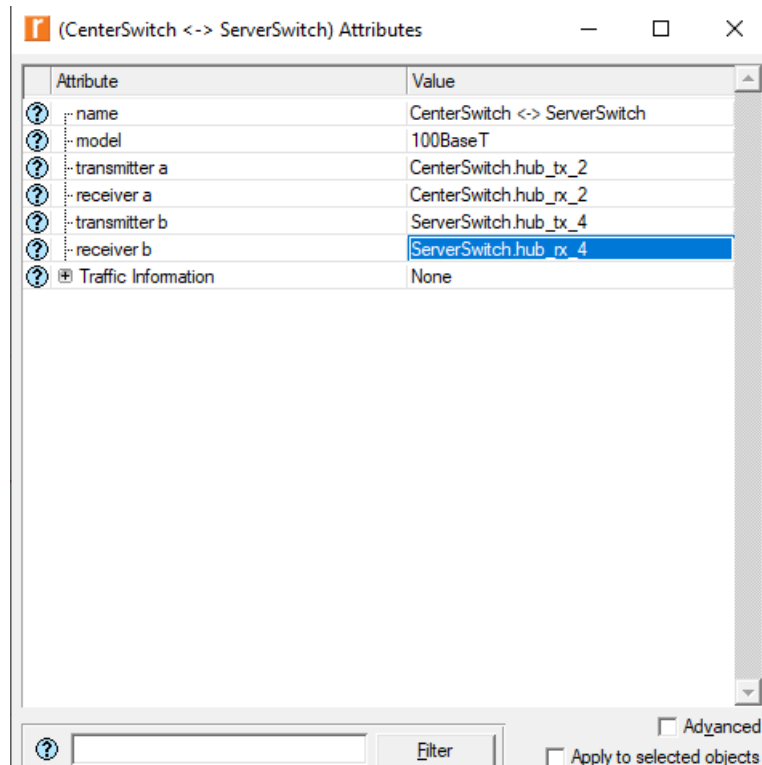
Στη συνέχεια, ορίζεται η κυκλοφορία των δεδομένων από και προς τους server. Συγκεκριμένα, επιλέγοντας από τη γραμμή μενού Protocols -> Ip και αναζητείται η επιλογή για Traffic Flows.



Εικόνα 6.2: Αλλαγή Παραμέτρων Research_Server

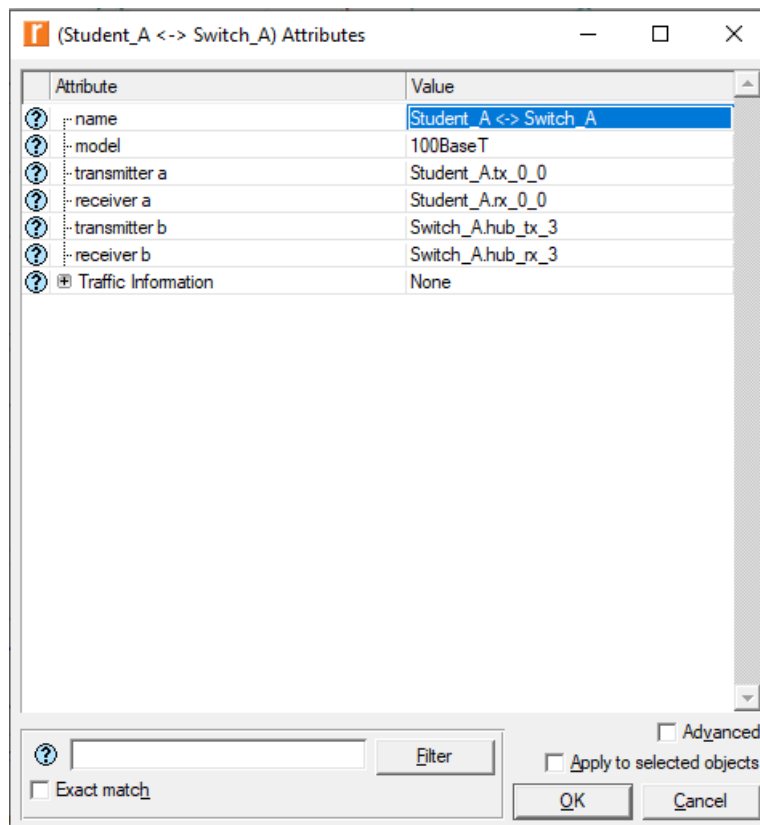
Επιλέγεται η τρίτη επιλογή, δηλαδή “From other selected nodes to..” και αφήνοντας τα υπόλοιπα ως έχουν. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλους τους server του σχήματος.

Επόμενο βήμα είναι να καθοριστούν τα ports από κάθε switch. Επιλέγοντας την σύνδεση των switches, δεξί κλικ και Edit Attributes, αλλάζουν οι τιμές των transmitter a, transmitter b, receiver a, receiver b.



Εικόνα 6.3: Ports & Switches to Switches

Η διαδικασία αυτή θα γίνει για όλα τα switches είτε συνδέονται με τελικές συσκευές είτε συνδέονται με switch είτε με server. Ουσιαστικά, ορίζονται τα ports από τα οποία θα δέχονται πληροφορίες από τις αντίστοιχες συσκευές.

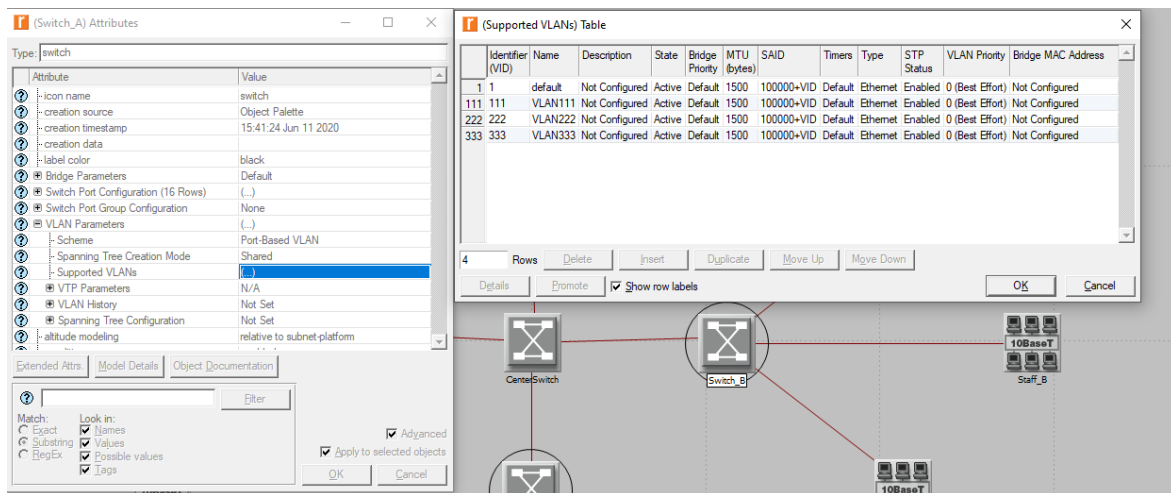


Εικόνα 6.4: Ports & Switches to Devices

Το επόμενο βήμα είναι να κατασκευαστεί το VLAN.

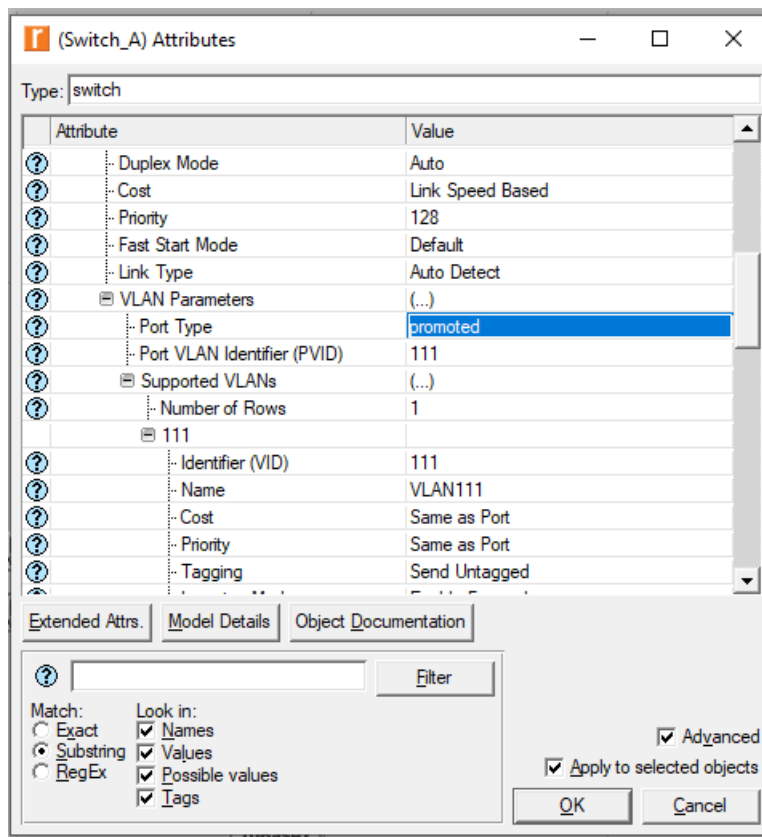
Με βάση το παραπάνω σενάριο θα γίνει η παρουσίαση της δημιουργίας του VLAN.

Αρχικά, ορίζονται τα VLAN από τα switches. Αυτό γίνεται με την επιλογή όλων των switches, δεξί κλικ, Edit Attributes-> VLAN Parameters. Από το Scheme επιλέγεται Port-Based VLAN και επιλογή Edit για το Supported VLANs. Η διαδικασία αυτή, οδηγεί στο εξής παράθυρο:



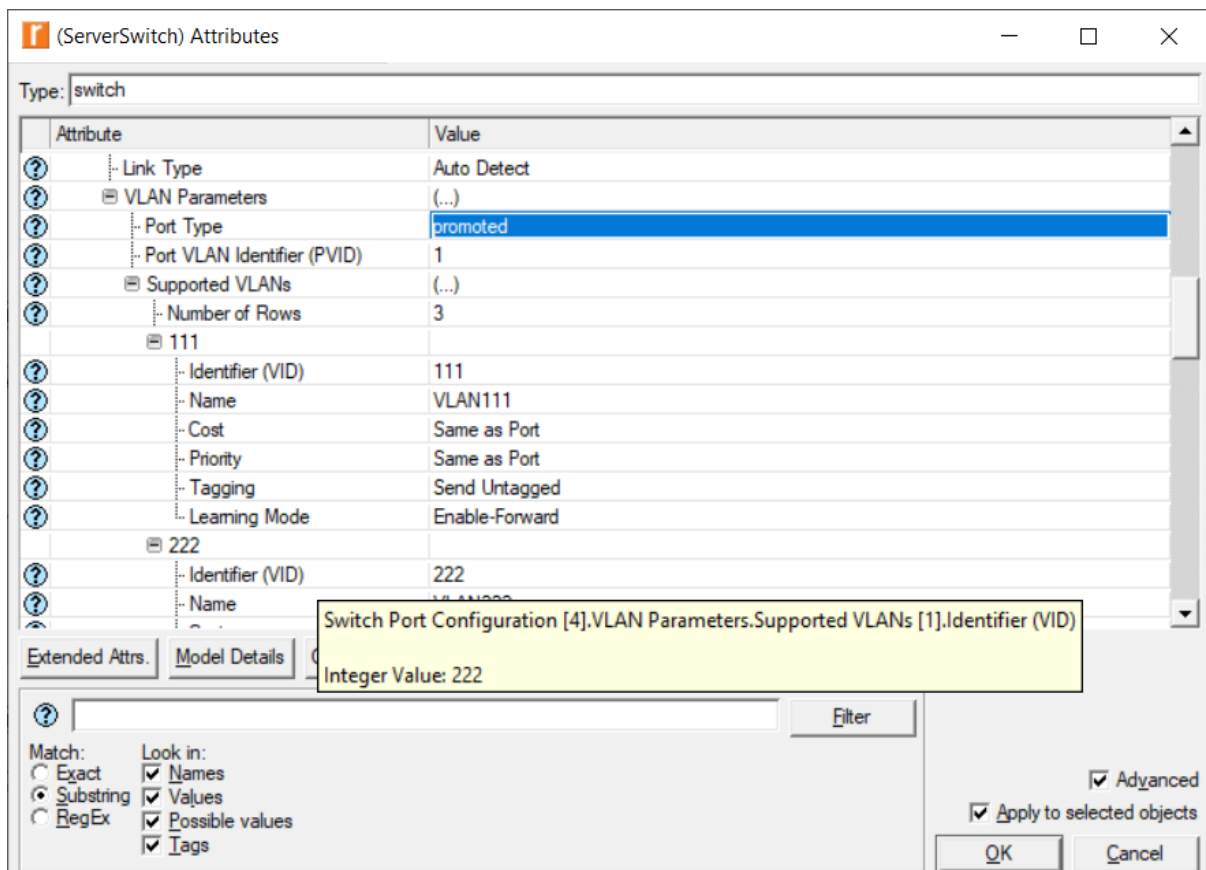
Εικόνα 6.5:Supported VLAN Table

Στη συνέχεια της παραμετροποίησης για το VLAN, στο ίδιο παράθυρο , επιλέγεται το Switch Port Configuration. Στη λίστα που παρουσιάζεται αλλάζουν οι παράμετροι για το P1,P2,P3, αλλάζοντας από το VLAN Parameters το Port Type, Port VLAN Identifier, από την επιλογή Supported VLANs, το Identifier και το Name.



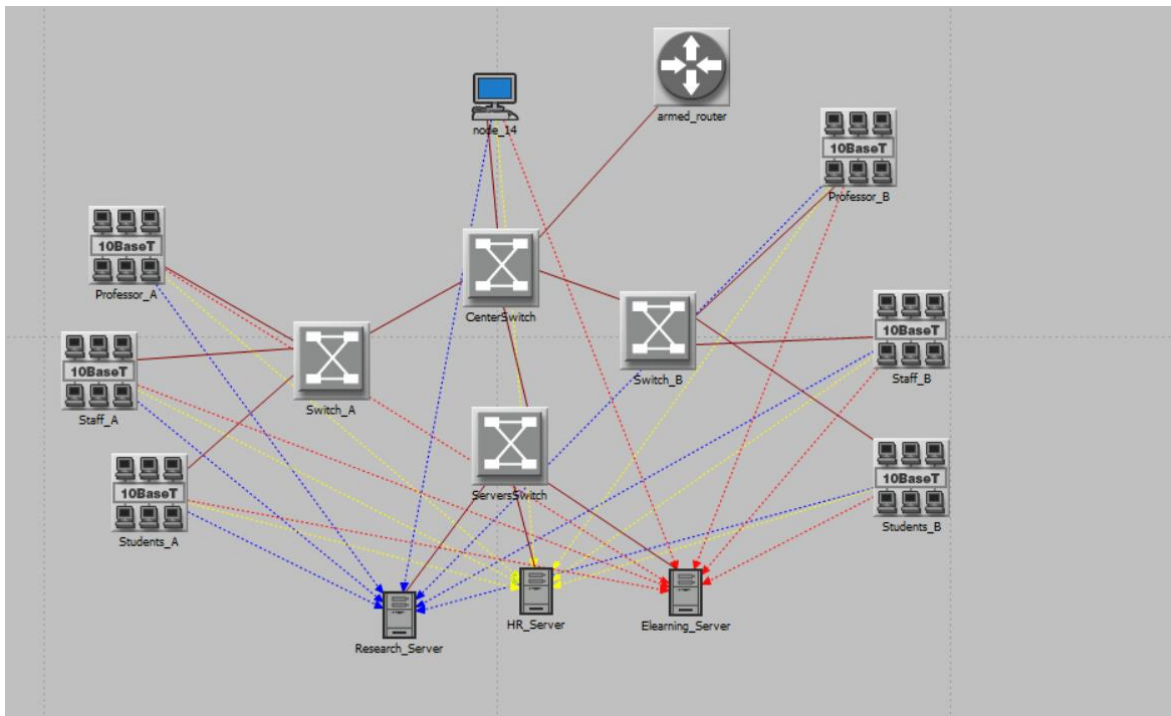
Εικόνα 6.6: Port 1 - VLAN parameters

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για τα P2,P3 αλλά όχι και για το P4. Σε αυτό οι αλλαγές που πρέπει να γίνουν εμφανίζονται στην Εικόνα 6-7.



Εικόνα 6.7: Port 4 Configuration

Η διαδικασία που προαναφέρθηκε συμπεριλαμβανομένου και του P4 (Εικόνα 6-7), θα επαναληφθεί για το CenterSwitch.



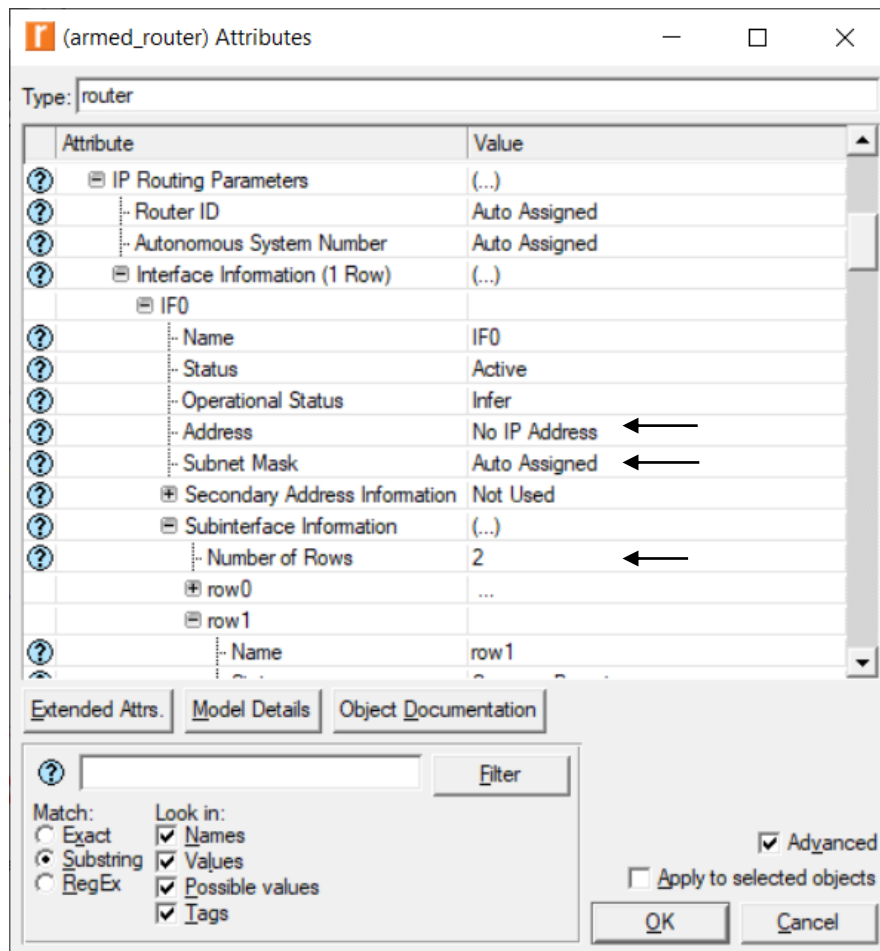
Εικόνα 6.8: Εισαγωγή Armed_Router

Το επόμενο βήμα στο σενάριο του Riverbed, εισάγεται ένας νέος δρομολογητής, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για να είναι σε θέση το VLAN 111 να επικοινωνήσει με το VLAN333. Στον δρομολογητή αυτόν, εισάγονται, όπως και στους server και στα switches, οι κατάλληλες παράμετροι. Συγκεκριμένα, επειδή θα συνδεθεί με το CenterSwitch, επιλέγεται στη μεταξύ τους διασύνδεση Edit Attributes -> Switch Port Configuration και στην επιλογή VLAN parameters επιλέγεται το Port Based VLAN. Επίσης, τοποθετούνται και οι IP διευθύνσεις και Subnet Μάσκες όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

VLAN ID	VLAN Members	IP/Mask
111	Professors_A LAN	192.11.1.1 / 255.255.255.0
	Professors_B LAN	192.11.1.2 / 255.255.255.0
	Research_Server	192.11.1.3 / 255.255.255.0
222	Staff_A LAN	192.22.2.1 / 255.255.255.0
	Staff_B LAN	192.22.2.2 / 255.255.255.0
	HR_Server	192.22.2.3 / 255.255.255.0
333	Students_A LAN	192.33.3.1 / 255.255.255.0
	Students_B LAN	192.33.3.2 / 255.255.255.0
	Elearning_Server	192.33.3.3 / 255.255.255.0

Εικόνα 6.9: IP address & Subnet Mask VLANs

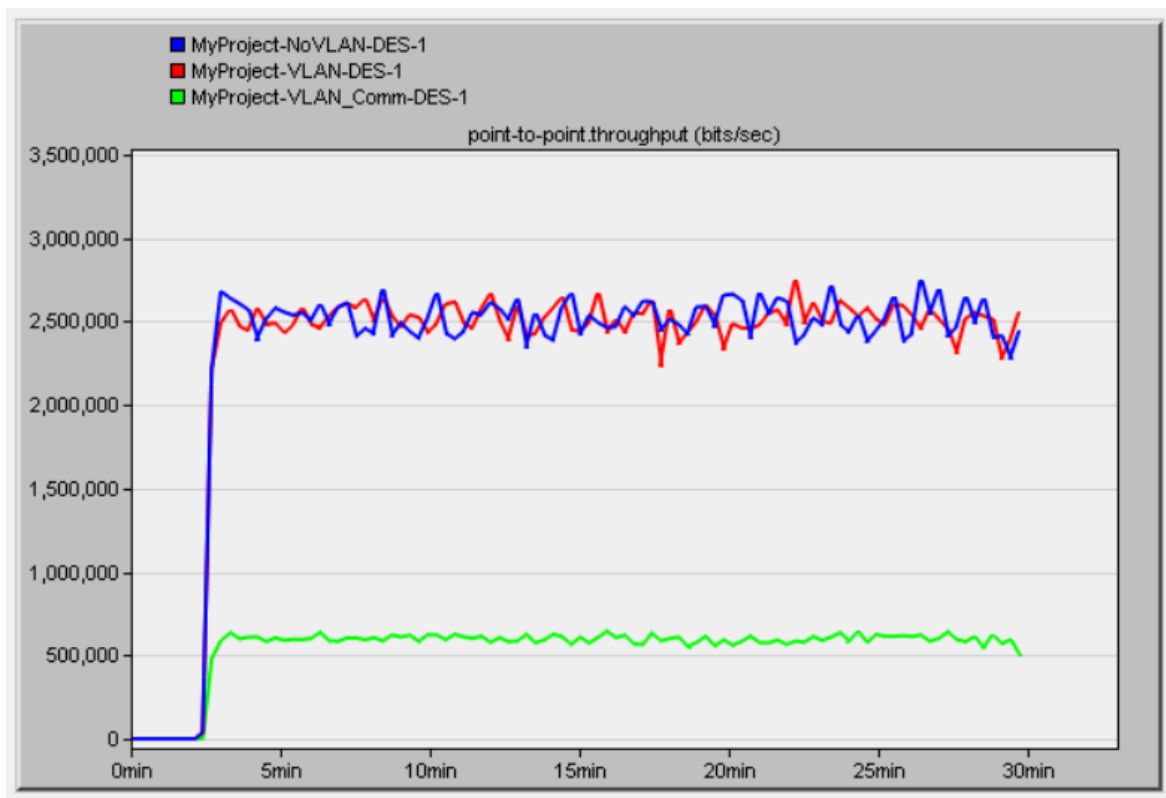
Η εισαγωγή των IP διευθύνσεων και των subnet mask, γίνεται με: Δεξί κλικ σε κάθε συσκευή -> Edit Attributes -> Ip Host Parameters και εισαγωγή των δεκαεξαδικών διευθύνσεων στα αντίστοιχα πλαίσια.



Εικόνα 6.10: IP Address & Subnet Mask Configuration

Τελικό βήμα είναι να εξαχθούν γραφικές παραστάσεις έτσι ώστε να παρουσιαστούν και οι λειτουργίες των τριών δικτύων στο σενάριο: LAN, VLAN και VLAN με επιπλέον router.

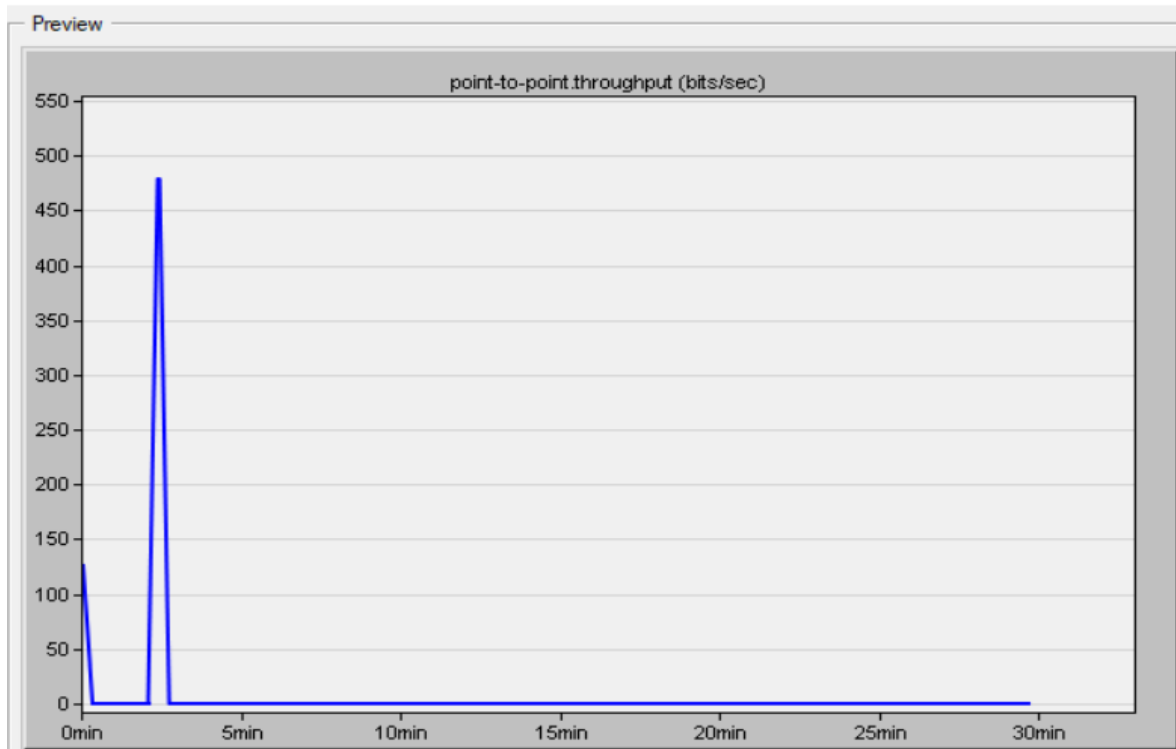
Αρχικά, τρέχουμε την προσομοίωση από το μενού DES -> Run Discrete Event Simulation



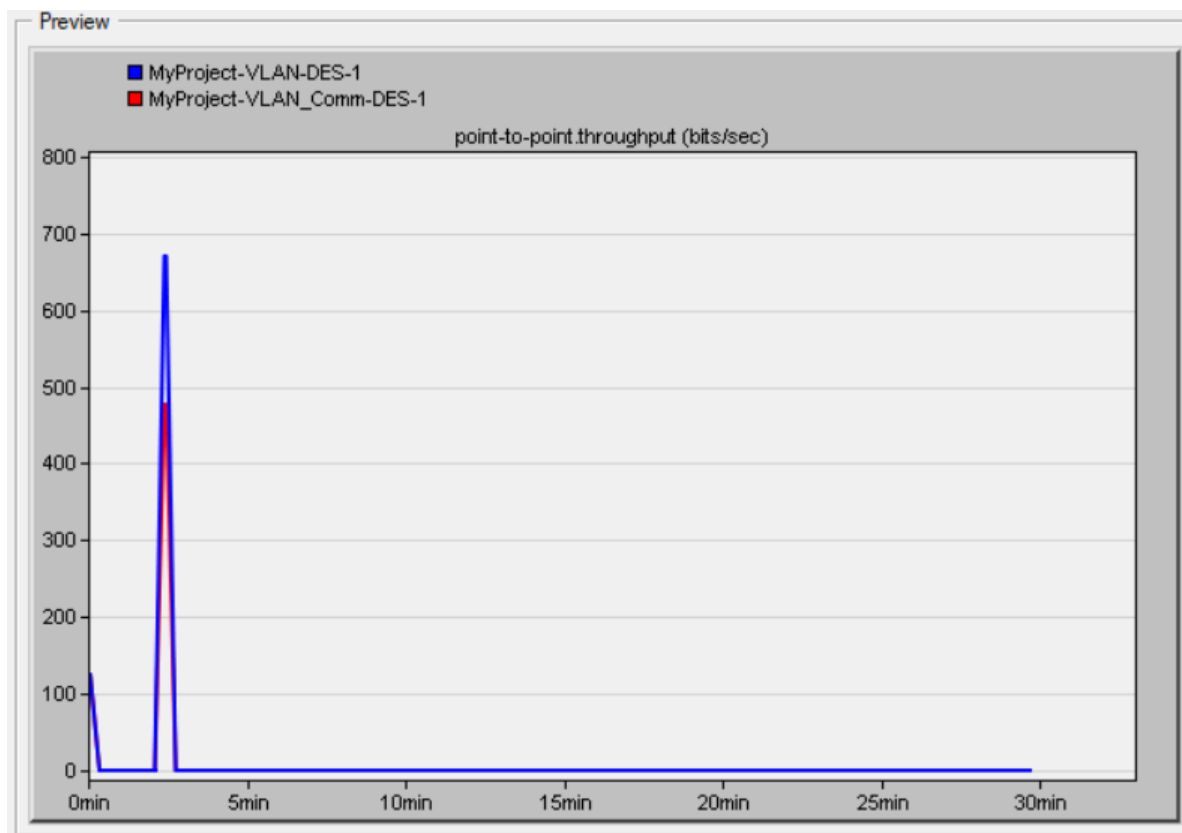
Εικόνα 6.11: Ρυθμαπόδοση και των Τριων Σεναρίων με βάση την ρυθμαπόδοση CenterSwitch

Στα δύο πρώτα σενάρια, η ταχύτητα μεταφοράς των δεδομένων στο δίκτυο είναι σε υψηλά επίπεδα. Ενώ του τελευταίου σεναρίου, με την προσθήκη δηλαδή επιπλέον δρομολογητή, η ρυθμαπόδοση πέφτει κατακόρυφα γιατί η πληροφορία μεταξύ των VLAN και switches, την διαχειρίζεται και ο armed_router πλέον

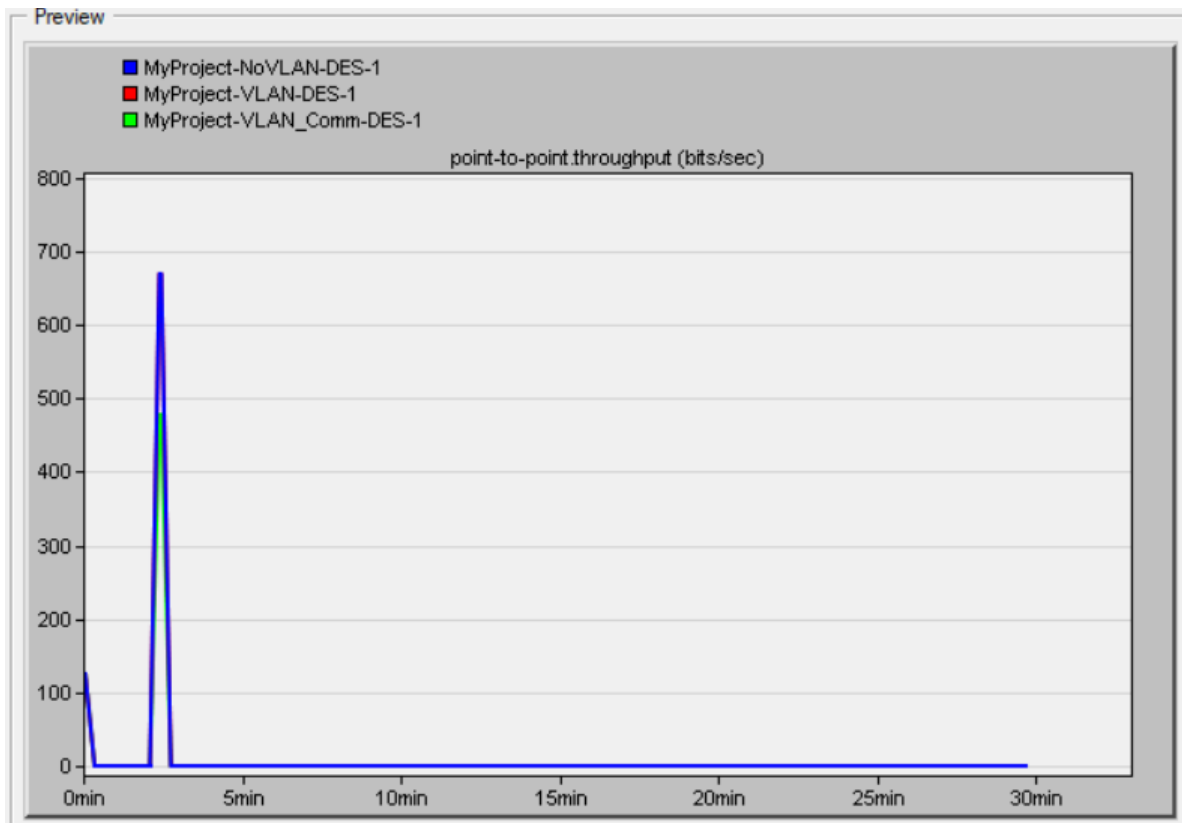
Επίσης, στις παρακάτω γραφικές παρουσιάζονται τα τρία σενάρια και η ρυθμαπόδοση του CenterSwitch ως προς την εισερχόμενη κίνηση.



Εικόνα 6.12: Αποτελέσματα VLAN_Comm Εισερχόμενο Throughput



Εικόνα 6.13: Αποτελέσματα VLAN_COMM & VLAN Εισερχόμενο Throughput

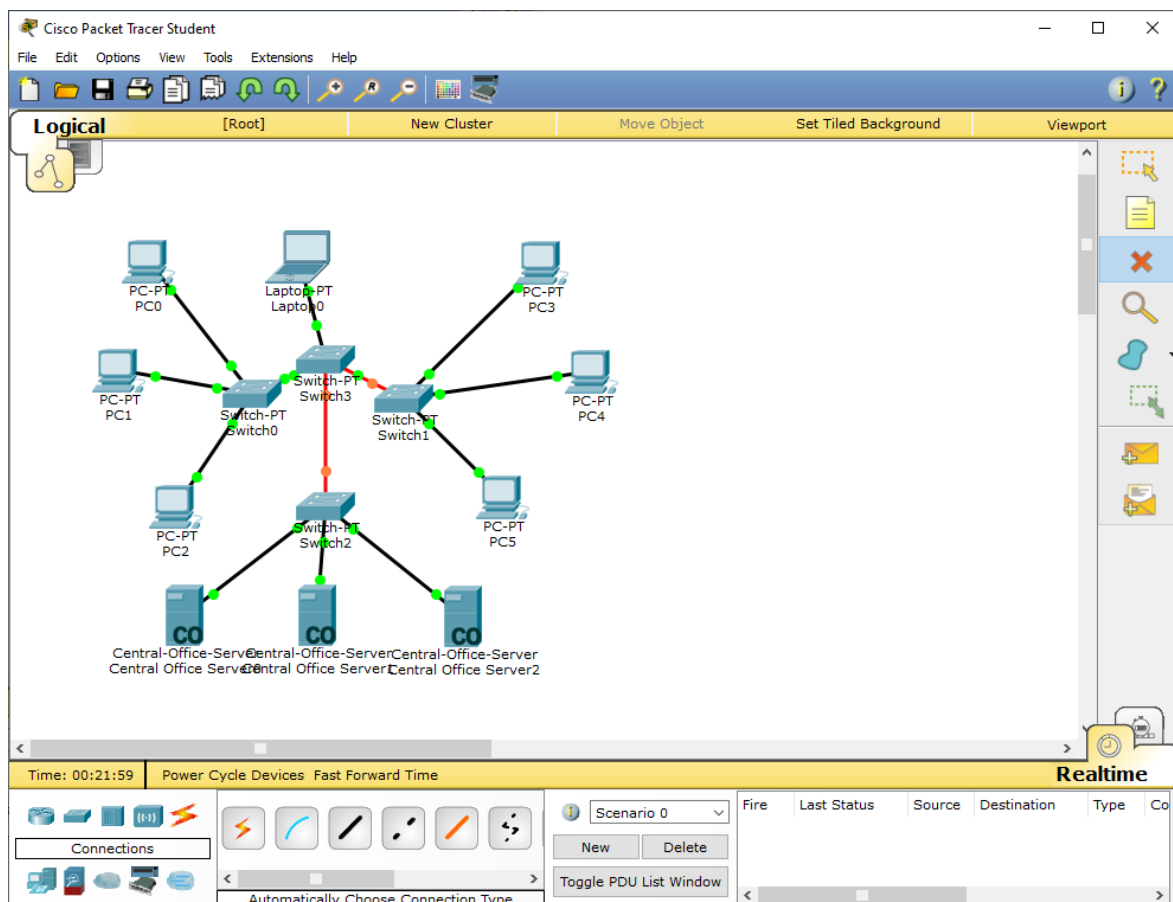


Εικόνα 6.14: NoVLAN,VLAN,VLAN_COMM & Throughput Εισερχόμενη

6.2 CPT & VLAN

Στις παρακάτω γραμμές θα παρουσιαστεί η διαδικασία δημιουργίας VLAN στο πρόγραμμα Cisco Packet Tracer (CPT).

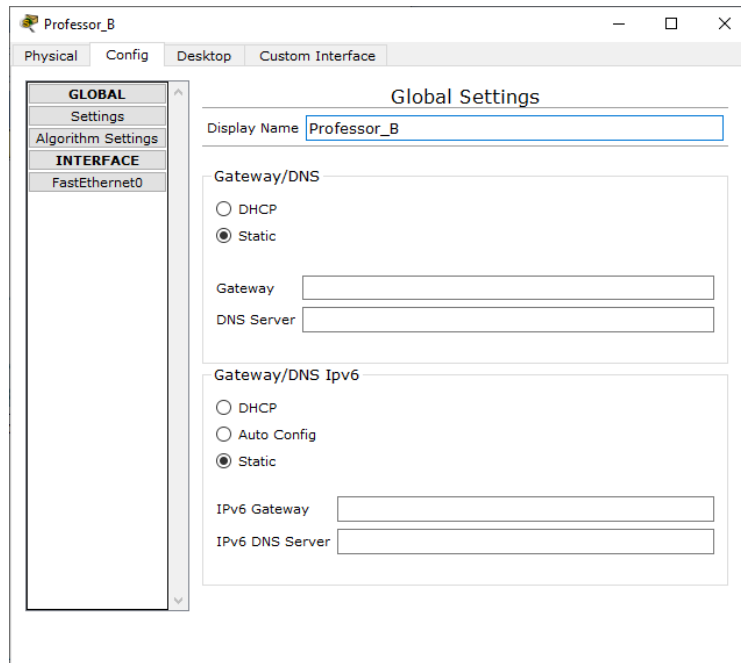
Αρχικά, και εδώ, κατασκευάζεται το ίδιο LAN που παρουσιάστηκε παραπάνω στο RiverBed. Επιλέγονται οι τελικές συσκευές που στη περίπτωση του CPT είναι PC. Καθώς επίσης και τα switches και server. Επίσης, στο CPT, επιλέγεται ο τρόπος που διασύνδεσης μεταξύ των συσκευών αυτών. Straight Καλώδιο για συσκευές που λειτουργούν σε ανόμοια επίπεδα ενώ crossover για διασύνδεση συσκευών όπως switch με switch, switch με hub ΚΟΚ.



Εικόνα 6.15: CPT LAN – Αρχικά Βήματα

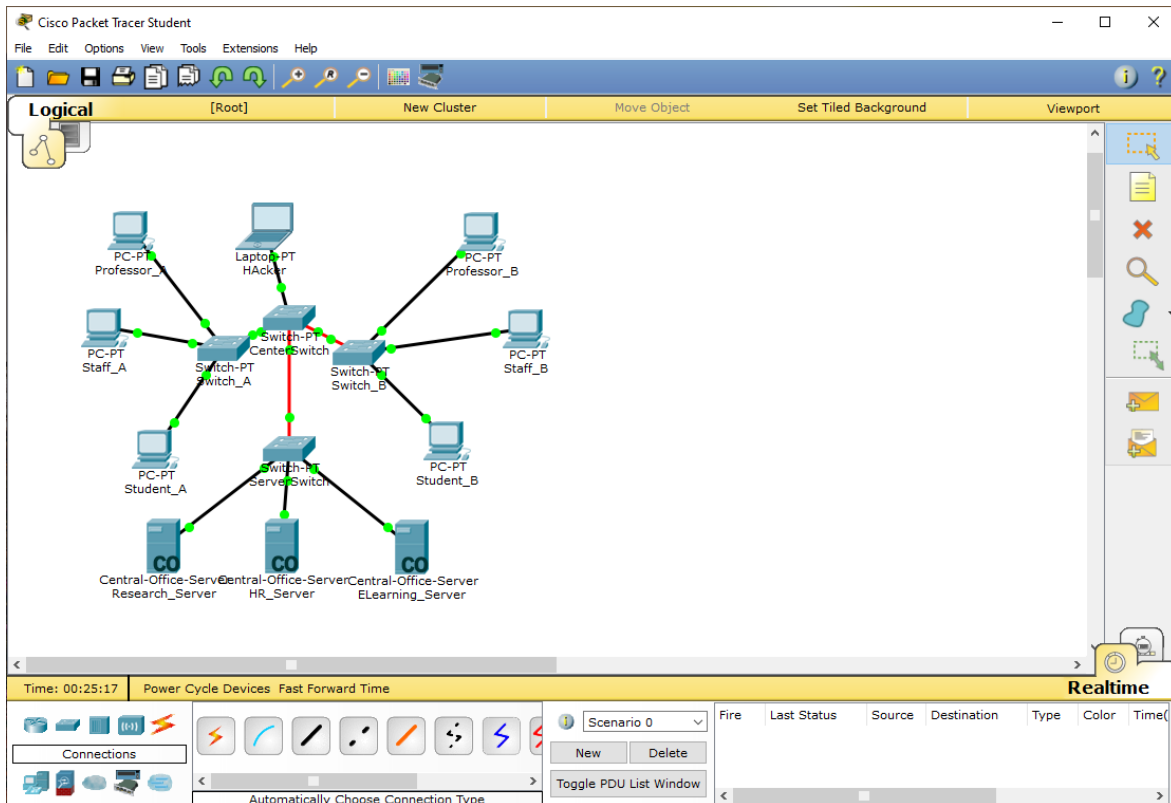
Σε κάθε μια από τις συσκευές που απεικονίζονται στην Εικόνα 6-15, θα δοθεί ένα όνομα έτσι ώστε να ταιριάζει με το σενάριο που παρουσιάστηκε στο Riverbed καθώς επίσης και συγκεκριμένη IP address καθώς και subnet Mask. Και οι δύο ρυθμίσεις/αλλαγές γίνονται

απλά κλικάροντας στην κάθε μια συσκευή και στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται αλλάζουμε τις ρυθμίσεις στην επιλογή Config -> Global Settings και Config-> FastEthernet0.



Εικόνα 6.16: Μετονομασία και εισαγωγή IP Διεύθυνσης και Subnet Mask

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για κάθε μια από τις συσκευές και η τελική μορφή του δικτύου είναι η όπως φαίνεται στην Εικόνα 6-17.



Εικόνα 6.17: LAN CPT - Τελική Μορφή

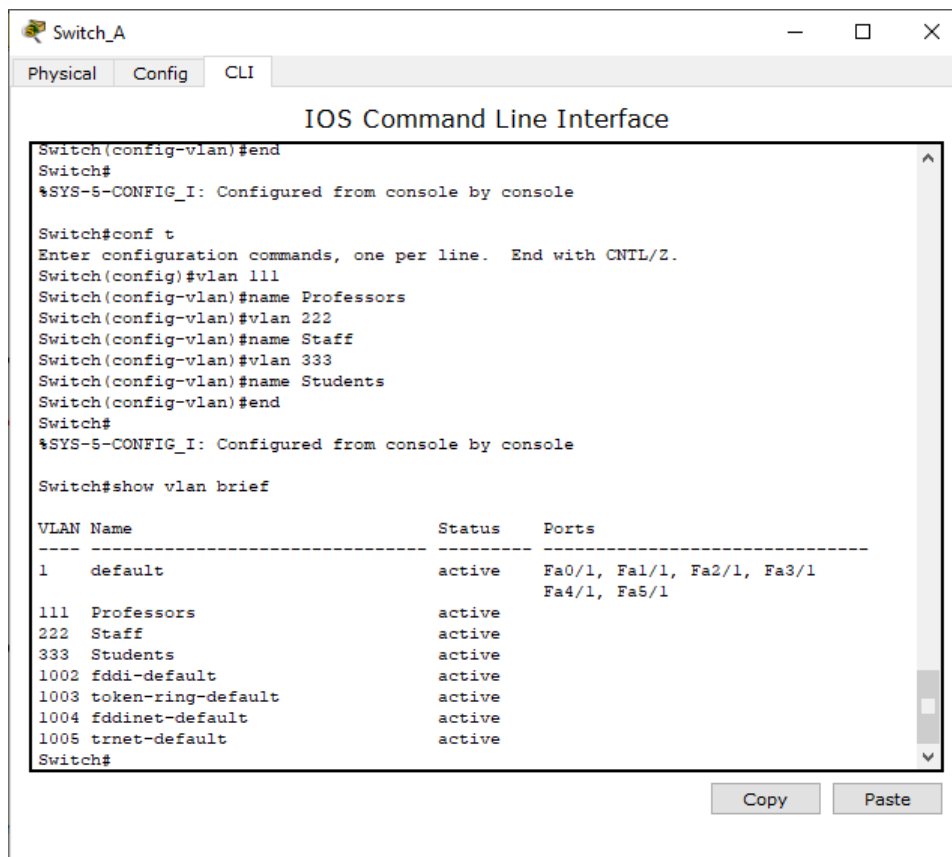
Το επόμενο βήμα είναι το στήσιμο των VLAN. Συγκεκριμένα, θα δημιουργηθούν τρία ξεχωριστά δίκτυα τα οποία θα είναι τα εξής:

VLAN Name	Vlan Members	Vlan –Cisco Name
VLAN 111	Professor_A, Professor_B, Research_Server	Professor/Professors
VLAN 222	Staff_A, Staff_B, HR_Server	Staff
VLAN 333	Student_A, Student_B, Elearning_Server	Students

Πίνακας 6-1: Σχεδιασμός και μέλη VLAN

Στη συνέχεια, θα πρέπει να δημιουργήσουμε τα VLANs σε κάθε switch που υπάρχει στο παρόν δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι θα εισαχθούν κατάλληλες εντολές στο Switch_A, Switch_B καθώς και στο ServerSwitch. Οι εντολές σε κάθε switch εισάγονται με απλό κλικάρισμα στην εκάστοτε συσκευή καθώς και στην επιλογή CLI από το παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται. Στην Εικόνα 6.18 εμφανίζεται ο κώδικας για το switch-A. Ο

κώδικας αυτός τυχαίνει, στο παρόν σενάριο, να είναι ίδιο και για το Switch_B και για το ServerSwitch αφού και τα τρία συνδέονται με τα τρία VLAN



```
Switch_A
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface
Switch(config-vlan)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

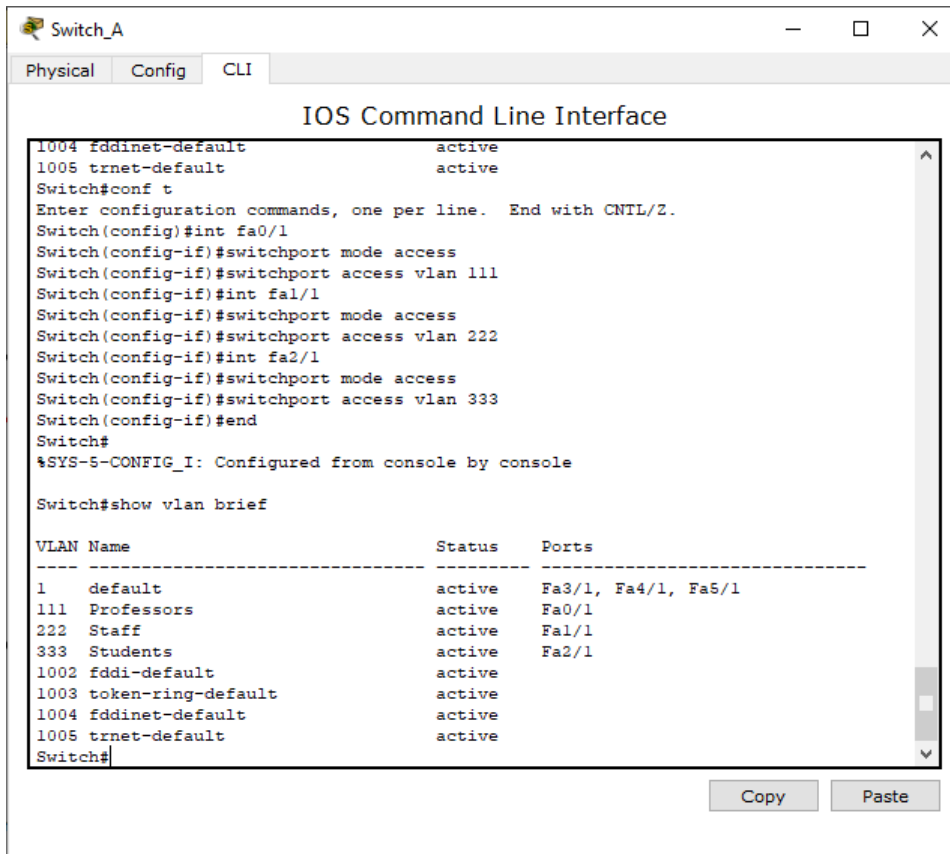
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 111
Switch(config-vlan)#name Professors
Switch(config-vlan)#vlan 222
Switch(config-vlan)#name Staff
Switch(config-vlan)#vlan 333
Switch(config-vlan)#name Students
Switch(config-vlan)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#show vlan brief

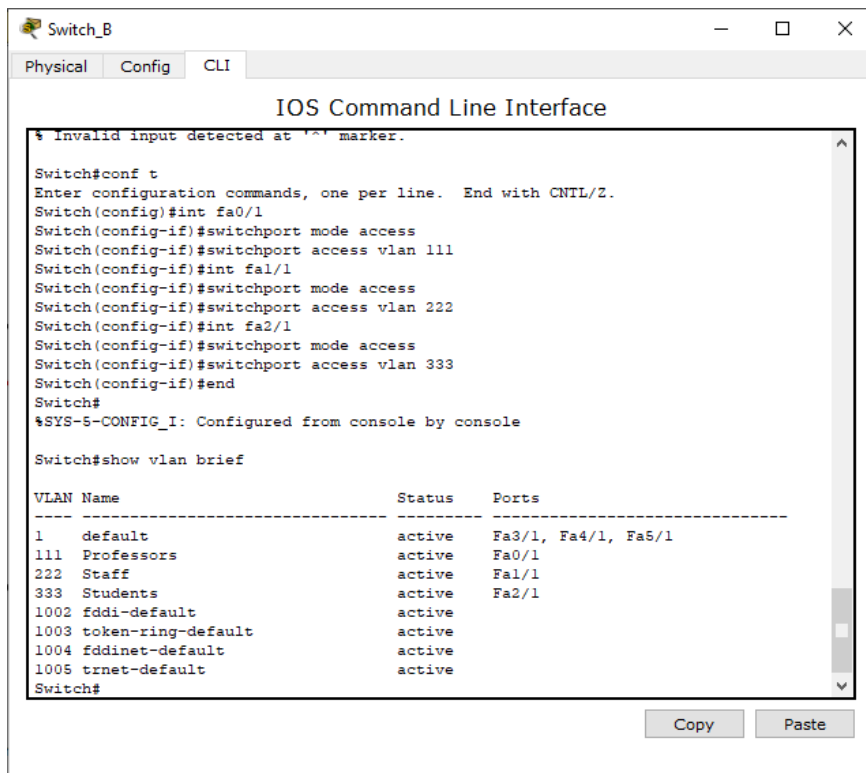
VLAN Name                Status    Ports
-----
1    default                active    Fa0/1, Fa1/1, Fa2/1, Fa3/1
                                           Fa4/1, Fa5/1
111  Professors              active
222  Staff                   active
333  Students                active
1002 fddi-default          active
1003 token-ring-default   active
1004 fddinet-default      active
1005 trnet-default        active
Switch#
```

Εικόνα 6.18: Κώδικας για VLANs set up Switches (Switch 1) - CPT

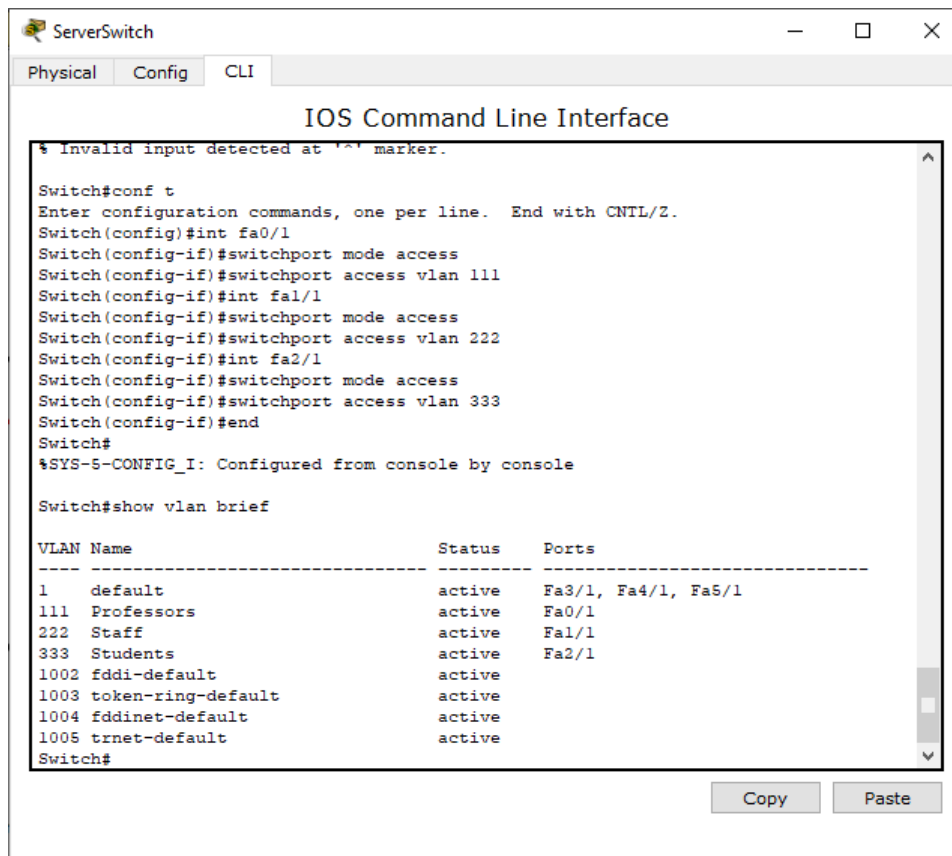
Επειδή κάθε switch συνδέεται και με διαφορετικό VLAN κατά βάση, θα πρέπει να οριστούν τα port/interfaces που συνδέουν τα switch με τα VLAN. Ο κώδικας για το αυτό παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.19.



Εικόνα 6.19: Interfaces to Switches (Switch A) - CPT



Εικόνα 6.20: Interfaces to Switches(SwitchB)- CPT



```
ServerSwitch
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface
* Invalid input detected at '^' marker.
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int fa0/1
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 111
Switch(config-if)#int fa1/1
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 222
Switch(config-if)#int fa2/1
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 333
Switch(config-if)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

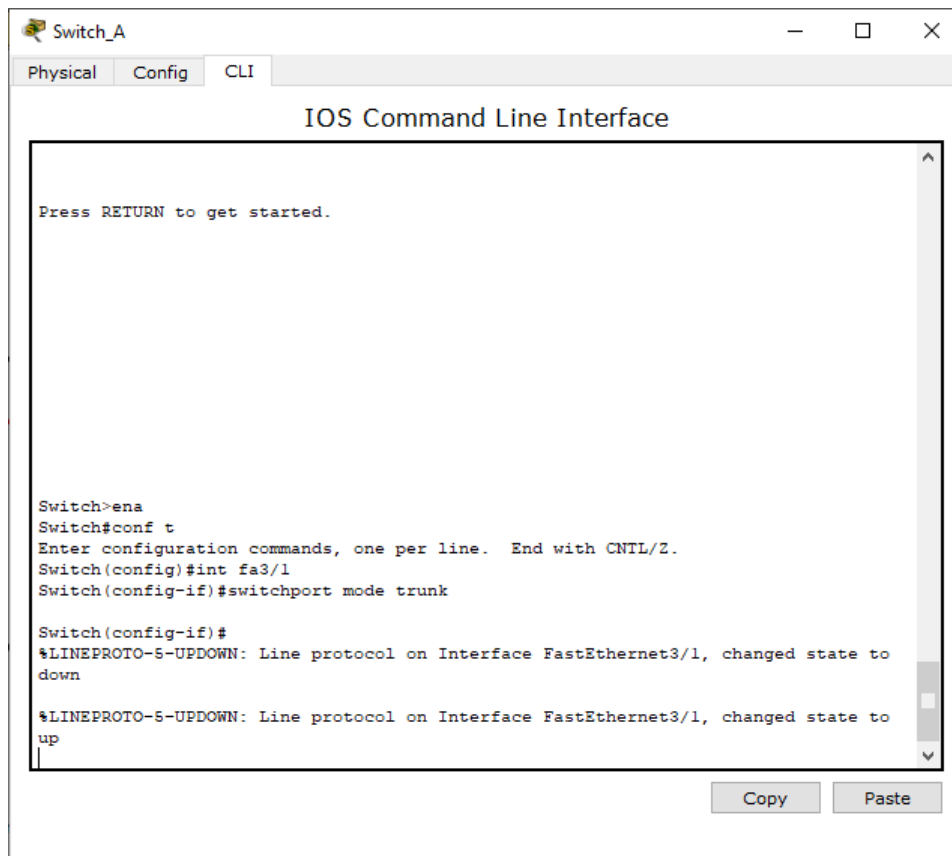
Switch#show vlan brief

VLAN Name                Status    Ports
-----
1    default                active    Fa3/1, Fa4/1, Fa5/1
111  Professors              active    Fa0/1
222  Staff                   active    Fa1/1
333  Students                active    Fa2/1
1002 fddi-default            active
1003 token-ring-default    active
1004 fddinet-default       active
1005 trnet-default         active
Switch#
```

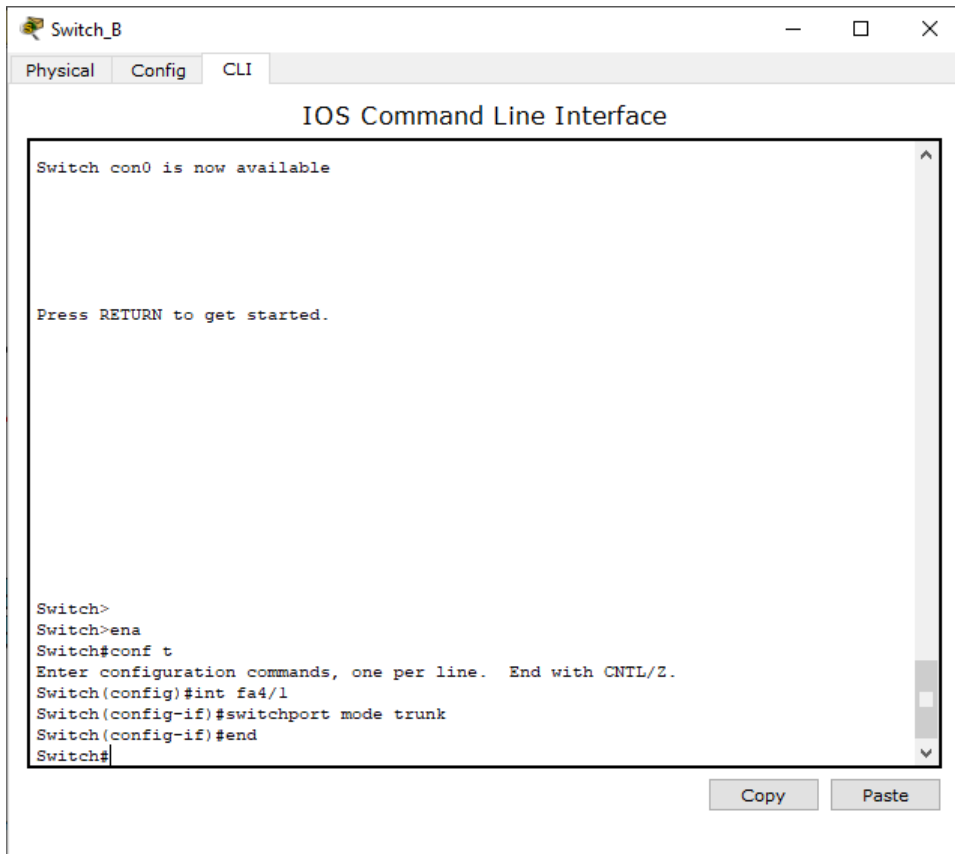
Copy Paste

Εικόνα 6.21: Interfaces to switches(ServerSwitch) -CPT

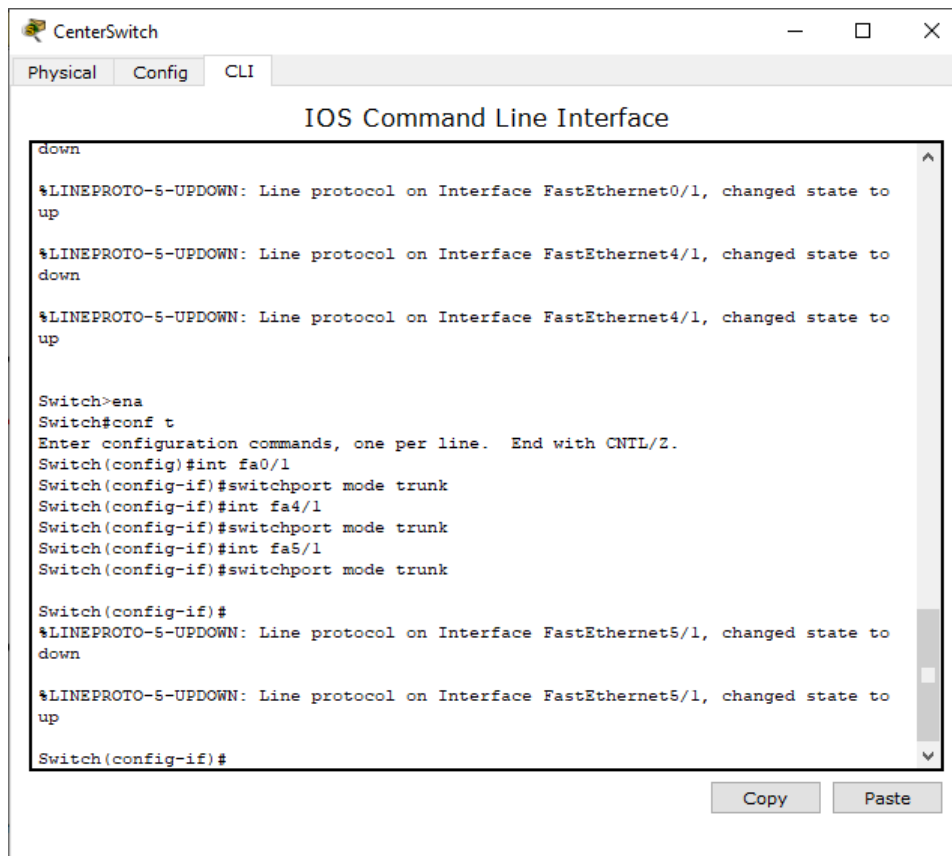
Στην επόμενη φάση, πρέπει να τεθούν σε τέτοια κατάσταση τα switches έτσι ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους για την μεταφορά των δεδομένων στις γραμμές των VLAN. Αυτό πραγματοποιείται εισάγοντας κατάλληλες εντολές στην επιλογή CLI από το παράθυρο διαλόγου κάθε switch.



Εικόνα 6.22: InterFace Trunk for Switch A - CPT



Εικόνα 6.23: Interface Trunk for Switch_B - CPT



Εικόνα 6.24: InterFace Trunk CenterSwitch - CPT

The screenshot shows the CLI of a switch named 'ServerSwitch'. The title bar indicates 'Physical', 'Config', and 'CLI' tabs. The main window is titled 'IOS Command Line Interface'. The terminal output shows the following:

```
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#show vlan brief

VLAN Name                Status    Ports
-----
1    default                 active    Fa3/1, Fa4/1, Fa5/1
111  Professors              active    Fa0/1
222  Staff                   active    Fa1/1
333  Students                 active    Fa2/1
1002 fddi-default           active
1003 token-ring-default   active
1004 fddinet-default      active
1005 trnet-default        active

Switch#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet5/1, changed state to
down

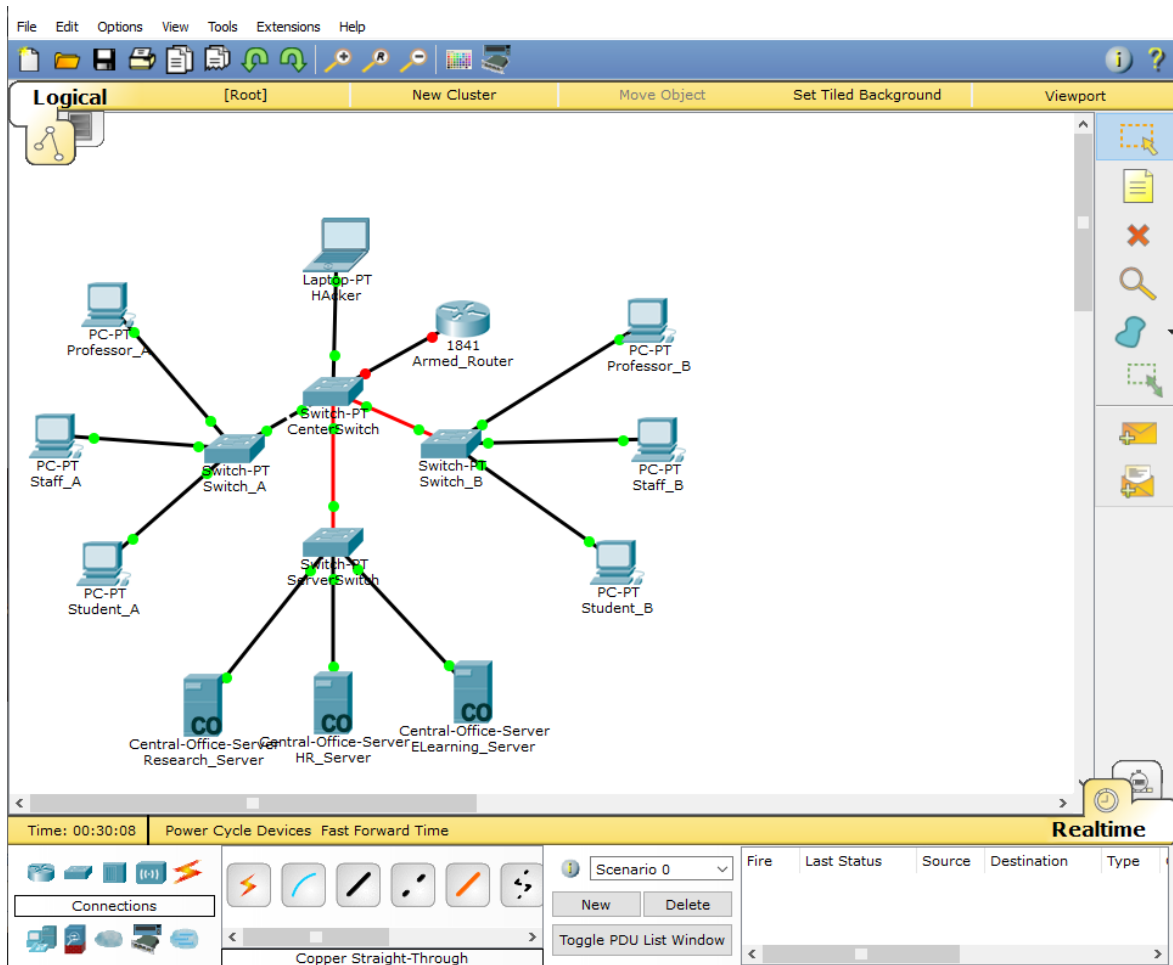
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet5/1, changed state to
up

Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Switch(config)#int fa5/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

At the bottom right of the terminal window, there are 'Copy' and 'Paste' buttons.

Εικόνα 6.25: Interface Trunk ServerSwitch -CPT

Τέλος, εισάγεται και ένα router (Εικόνα 6.26) που θα προσπαθήσει να ενώσει , επικοινωνήσει σύμφωνα με το σενάριο που υλοποιήθηκε στο Riverbed, με τα VLAN 111 και τα VLAN 333. Για να πραγματοποιηθεί αυτό , θα πρέπει να δημιουργηθούν sub-interfaces που είναι εικονικά Interfaces. Το sub-interface θα αφορά το κάθε ένα VLAN με το οποίο καλείται να επικοινωνήσει ο router. Για αυτό , ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία αυτών των sub-interfaces είναι ο ακόλουθος (Εικόνα 6.27 & Εικόνα 6.28)



Εικόνα 6.26: VLAN with Armed_Router CPT


```
Armed_Router
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface
Press RETURN to get started!

Router>en
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int fa0/0.111
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 111
Router(config-subif)#ip address 192.11.1.4 255.255.255.0
Router(config-subif)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int fa0/0.333
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 333
Router(config-subif)#ip address 192.33.3.4 255.255.255.0
Router(config-subif)#no shutdown
Router(config-subif)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#show ip int brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status          Protocol
FastEthernet0/0    unassigned      YES unset    administratively down down
FastEthernet0/0.111 192.11.1.4      YES manual    administratively down down
FastEthernet0/0.333 192.33.3.4      YES manual    administratively down down
FastEthernet0/1    unassigned      YES unset    administratively down down
Vlan1              unassigned      YES unset    administratively down down
```

Εικόνα 6.27: Δημιουργία Sub_interfaces στο Router - CPT

Και δημιουργία trunk mode στο switch που ενώνει τον armed_router με τα υπόλοιπα switch δηλαδή με τα υπόλοιπα VLAN.

```
CenterSwitch
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface
Switch>ena
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int fa1/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#end
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Switch#show int trunk

Port      Mode      Encapsulation  Status      Native vlan
-----
Fa0/1     on        802.1q         trunking    1
Fa4/1     on        802.1q         trunking    1
Fa5/1     on        802.1q         trunking    1

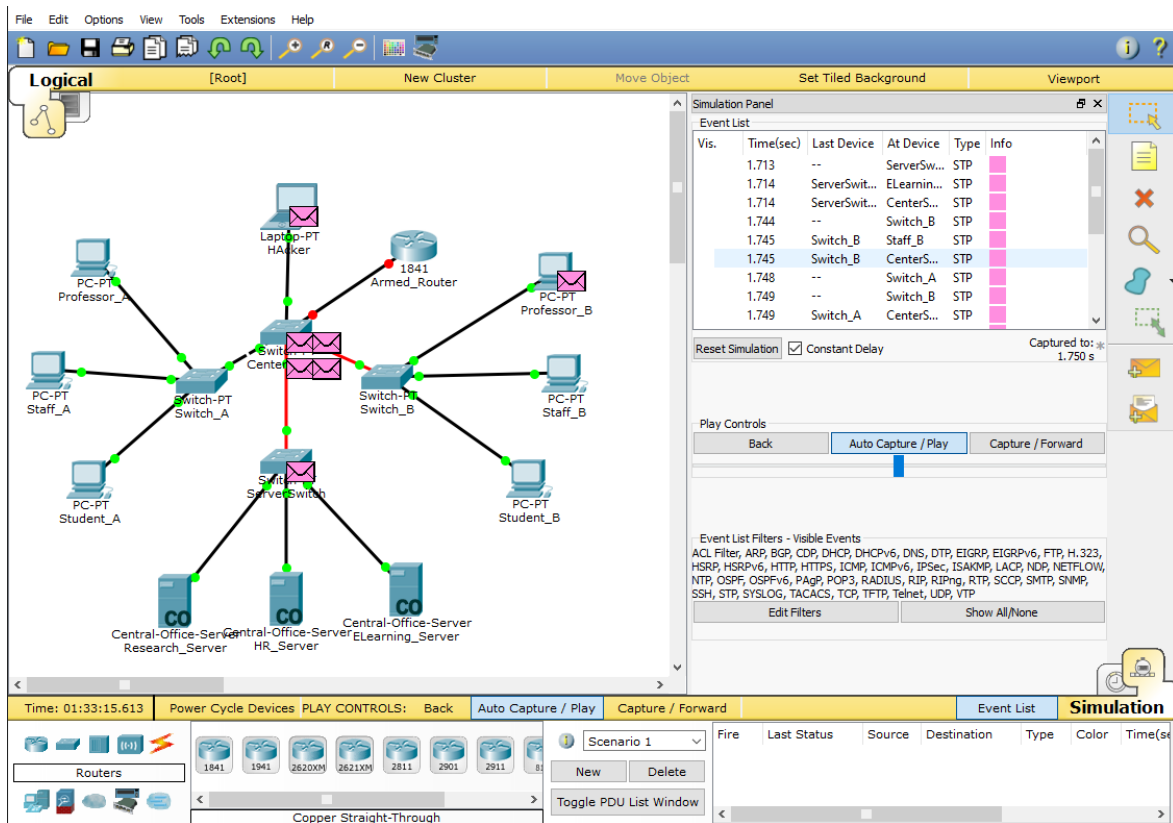
Port      Vlans allowed on trunk
-----
Fa0/1     1-1005
Fa4/1     1-1005
Fa5/1     1-1005

Port      Vlans allowed and active in management domain
-----
Fa0/1     1
Fa4/1     1
Fa5/1     1

Port      Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
-----
Fa0/1     1
Fa4/1     1
Fa5/1     1
Switch#
```

Εικόνα 6.28: Trunk Mode Interface for CenterSwitch CPT

Μετά τον καθορισμό όλων των Ip address, trunk modes καθώς και subnet masks και interfaces, το CPT και το δίκτυο είναι σε θέση να μπει σε Simulation mode, για να αναπαρασταθεί η κίνηση του δικτύου. Μια απόψη της προσομοίωσης παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.29



Εικόνα 6.29:Στιγμιότυπο Προσομίωσης CPT

Συμπεράσματα

Στις παραπάνω παραγράφους έγινε μια προσπάθεια παρουσίασης των εικονικών τοπικών δικτύων καθώς επίσης και της συμπεριφοράς τους στο δίκτυο κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Παρατηρήθηκε ότι τα VLAN ήρθαν για να λύσουν κάποια προβλήματα που απασχολούσαν τους διαχειριστές των δικτύων. Συγκεκριμένα, τους παρέχουν πλεονεκτήματα που αφορούν την εύκολη διαμοίραση IP addresses καθώς επίσης και την εύκολη διαχείριση τους και την παρακολούθηση της κίνησης του δικτύου. Ανάμεσα στα πλεονεκτήματα είναι, βέβαια, και η εξοικονόμηση πόρων αφού απαιτούνται λιγότερες δικτυακές συσκευές όπως switches κοκ. Η ερώτηση που γεννάται είναι γιατί τότε δεν έχουν επεκταθεί και δεν εφαρμόζονται καθολικά σε όλα τα τοπικά δίκτυα. Η απάντηση είναι ότι, παρόλα τα πλεονεκτήματα ακόμα και σε άποψη ασφαλείας, τα VLAN αποδίδουν τα μέγιστα σε μικρού/μεσαίου μεγέθους τοπικά δίκτυα όπως αυτά που συμπεριλαμβάνονται σε μια πανεπιστημιούπολη (campus) ή σε κτίρια ενός νοσοκομειακού συγκροτήματος κοκ. Σε μεγαλύτερο εύρος τοπικών δικτύων, οι ρυθμίσεις γίνονται πολύπλοκες για τις διαχειριστεί κάποιος. Παρόλα αυτά, δεν αντιλέγει κανείς πόσο χρήσιμα είναι για το εύρος που μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] «Τοπικά Δίκτυα», Εργαστήριο Πολυμέσων ΕΜΠ. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://www.it.uom.gr/project/MultimediaTechnologyNotes/chap2d_2.htm
- [2] «Τοπικά Δίκτυα Υπολογιστών». Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://edume.myds.me/00_0070_e_library/10030/06_Electrical_installations_books/03/12.PDF
- [3] «Βασικές αρχές δικτύων δεδομένων». Διαθέσιμο στον ιστότοπο: https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4585/4/02_chapter_04.pdf
- [4] «How LAN switches work»
- [5] «Layer 2 Switch», 2013. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.techopedia.com/definition/8011/layer-2-switch>
- [6] «What is a Layer -3 Switch». Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://techgenix.com/layer-3-switch/>
- [7] «IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee». Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <http://www.ieee802.org/>
- [8] «IEEE 802.1Q». Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://study-ccna.com/ieee-802-1q/>
- [9] «IEEE 802.1Q Frame Format», 2019. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1100088104>
- [10] «VLAN Membership Types and differences between static VLAN and dynamic VLAN». Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.omniseku.com/cisco-certified-network-associate-ccna/vlan-membership-types.php>
- [11] «CCNA v6.0 – VLAN Trunking Explained with Examples», 2015. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.orbit-computer-solutions.com/vlan-trunking-protocol-vtp/>
- [12] «What is link aggregation?». Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://kb.netgear.com/000051185/What-are-link-aggregation-and-LACP-and-how-can-I-use-them-in-my-network>

- [13] «Link Aggregation». Διαθέσιμο στον ιστότοπο: https://help.fortinet.com/coyotepoint/10-3-2/Content/Quick_Start/Link_Aggregation.htm
- [14] «Benefits of Link Aggregation». Διαθέσιμο στον ιστότοπο: https://docs.oracle.com/cd/E36784_01/html/E37516/gmsab.html
- [15] «Προχωρημένα Θέματα Δικτύων», Πάλλας Γ.
- [16] «Virtual LAN Security: weaknesses and countermeasures», Rouiller S., 2020, SANS Institute
- [17] «A Survey of Virtual LAN Usage in Campus Networks», Rexford J & Yu M. at all, 2011.
- [18] «The use and benefits of vlans in hospitals». Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.coursehero.com/file/p3mkv8kl/The-Use-and-Benefits-of-VLANs-in-Hospitals-With-Examples-How-St-Lukes-Hospital/>
- [19] Feamster get all, “The Road to SDN”, Georgia Institute of Technology
- [20] SDN Architecture, 2004, Εκδότης: Open Networking Foundation
- [21] Loew S, “Advantages of Software Defined Networking (SDN)», Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.fidelus.com/software-defined-networking-advantages/>
- [22] “Advantages of SDN | disadvantages of SDN”. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/Advantages-and-Disadvantages-of-SDN.html>
- [23] Evans S., “The History of OpenFlow”, 2013. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.computerweekly.com/feature/The-history-of-OpenFlow>
- [24] <http://artemis.cslab.ece.ntua.gr:8080/jspui/bitstream/123456789/12651/1/DT2014-0357.pdf>

[25] Evans S., “The History of OpenFlow”. Διαθέσιμο στον ιστότοπο.
<https://www.computerweekly.com/feature/The-history-of-OpenFlow>

[26] OpenFlow Switch Specifications, 2013. Εκδότης: Open Foundation Networking

[27] Μιγάλας Α., «Σχεδίαση Δικτύων Υπολογιστών». Διαθέσιμο στον ιστότοπο:
https://openclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/INFORMATIC114/11_vlans_theory.pdf

[28] « VLAN Types Explained with Example». Διαθέσιμο στον ιστότοπο:
<https://www.orbit-computer-solutions.com/types-vlan/>