

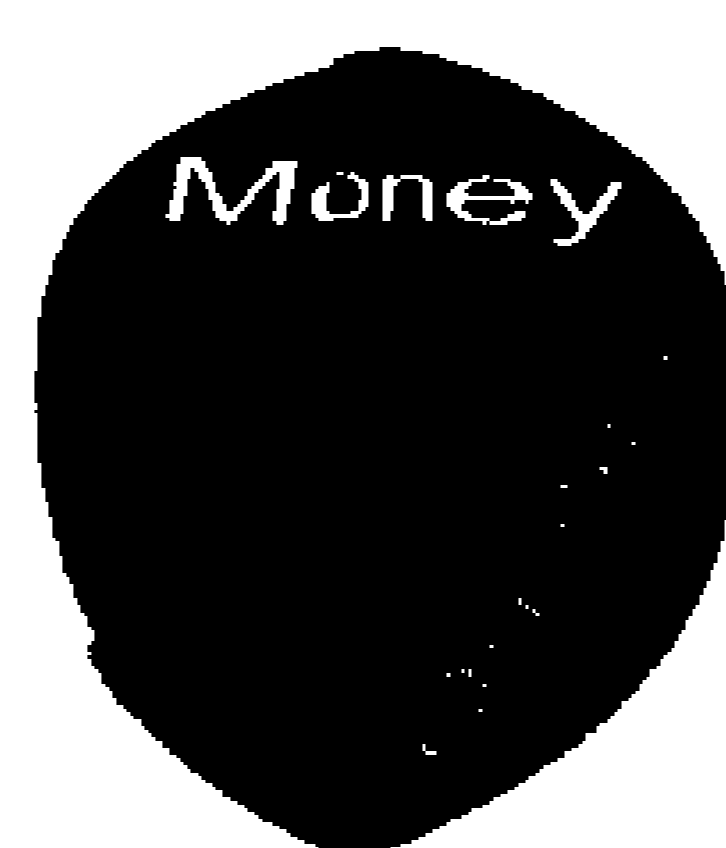
Πτυχιακή εργασία



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΑΘΗΝΑΣ**

Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Πληροφορικής

**«Τεχνοοικονομική μελέτη για εγκατάσταση
τηλεφωνίας μέσω IP σε MPLS δίκτυα»**



Σπουδαστές:

Καραμανλής Εμμανουήλ

Μπανταβάνης Παναγιώτης

Επιβλέπων καθηγητής: κ. Α. Μπόγρης

Αθήνα – Μάιος 2012

Ευχαριστίες

Αρχικά θέλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον κύριο Α. Μπόγρη, καθηγητή του τμήματος μας και επιβλέπων της πτυχιακής μας, τόσο για την ανάθεση όσο και για την υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής μας.

Επίσης θέλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά όλους όσους μας στάθηκαν από την αρχή της φοίτησης μας μέχρι και σήμερα.

Τέλος, ένα ακόμη ευχαριστώ στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής που μας έκαναν την τιμή να αξιολογήσουν την προσπάθειά μας.

Εμμανουήλ, Παναγιώτης

Αθήνα, Μάιος 2012

Περίληψη

Η πτυχιακή μας έχει ως σκοπό τη τεχνο-οικονομική μελέτη των πλεονεκτημάτων της εγκατάστασης τηλεφωνίας πάνω σε IP δεδομένης μίας υποδομής MPLS δικτύου.

Η εργασία είναι δομημένη σε 5 κεφάλαια. Αρχικά δίνουμε βασικές πληροφορίες για τα πρωτόκολλα Internet και για τεχνολογίες διαδικτύου. Στη συνέχεια θα αναλυθούν χαρακτηριστικά των MPLS δικτύων καθώς και η αναμενόμενη ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service, QoS) στην τηλεφωνία με βάση τα χαρακτηριστικά τους. Η εργασία θα επεκταθεί και στην ανάλυση των επιπρόσθετων πληροφοριών που αφορούν τα χαρακτηριστικά και κόστος ειδικού εξοπλισμού όπως οι IP τηλεφωνικές συσκευές, Cisco Call Manager, Voice Gateway, SRST , κ.α.. Δεδομένης της ύπαρξης του MPLS δικτύου για τη μεταφορά δεδομένων γεννιέται ευλόγως το ερώτημα γιατί να μην χρησιμοποιηθεί η ίδια υποδομή για την εξυπηρέτηση της τηλεφωνίας μέσω VOIP (Voice Over IP) υπηρεσιών. Το όφελος είναι κατά κύριο λόγο οικονομικό αφού αυτή τη στιγμή μεγάλοι οργανισμοί δαπανούν μεγάλα ποσά για την τηλεφωνία. Επίσης η VOIP τηλεφωνία προσφέρει μια σειρά από επιπλέον εφαρμογές και λειτουργικότητες στους χρήστες οι οποίες και θα αναλυθούν στα πλαίσια της εργασίας. Ακόμα θα γίνει ανάλυση των λειτουργιών και των χαρακτηριστικών της VOIP τηλεφωνίας καθώς και των πλεονεκτημάτων που προσφέρει.. Στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζουμε τη προτεινόμενη λύση και με βάση τα συνολικά δεδομένα θα εξετασθεί η απόδοση της επένδυσης (Return of Investment) για έναν οργανισμό που διαθέτει MPLS δίκτυο.

Summary

Our dissertation aims to present a technical and financial research concerning the competitive advantages of the telephony installation upon an IP, given an MPLS network infrastructure.

The dissertation is composed of five (5) chapters. Firstly, we provide basic information about the Internet protocols and services. Secondly, we analyze the expected service quality (Quality of Service, QoS) of the MPLS networks based on their characteristics. Additionally, there will be an analysis of the additional information concerning the characteristics and the cost of special equipment such as IP telephone devices, Cisco Call Manager, Voice Gateway, SRST etc. Afterwards, we examine if it is possible to use the same infrastructure on VOIP (Voice Over IP) telephony services since the data transfer is coming through the MPLS network. In such a case there will be significant economic benefits within companies as they spent a lot for their telecommunication. Furthermore, we are going to introduce a series of additional applications and user functionalities provided by VOIP telephony. What is more, there will be a presentation of the operations, characteristics and the competitive advantages of VOIP telephony. In the final chapter we propose a solution for an organization with an MPLS network and we analyze its Return of Investment.

Κεφάλαιο 1⁰ - Εισαγωγή.....	8
1.1 Κατάσταση του προβλήματος.....	8
Κεφάλαιο 2⁰ – Πρωτόκολλα Internet και τεχνολογίες δικτύου.....	11
2.1 Backbone επικοινωνίες και ATM	11
2.2 Το Internet Protocol (IP)	16
2.3 Μετάβαση από το IPv4 στο IPv6	20
2.3.1 Πλεονεκτήματα του IPv6 έναντι του IPv4	21
2.3.2 Τρόπος λειτουργίας μίας IPv6 διεύθυνσης	24
2.4 Γενικά για το Mobile IP	25
Κεφάλαιο 3⁰ – Πρωτόκολλο MPLS.....	29
3.1 Εισαγωγή.....	29
3.2 Traffic Engineering	31
3.3 MPLS DIFFSERV–TE.....	33
3.4 VPN.....	36
3.4.1 Remote Access VPN.....	37
3.4.2 Intranet VPN	38
3.4.3 Extranet VPN	38
3.4.4 VPN over MPLS	39
Κεφάλαιο 4⁰ – Η τεχνολογία VOIP	43
4.1 Ιστορία του τηλεφώνου	43
4.1.1 PSTN σύνδεση	43
4.1.2 ISDN σύνδεση	44
4.1.3 Γενικά για τα POTS	45
4.1.4 Ιδιωτικό σύστημα τηλεφωνίας (PBX)	46
4.2 Εισαγωγή στο VOIP	47

4.2.1	Διαδικασία κλήσης μέσω VOIP.....	47
4.2.2	Πρωτόκολλα κλήσεων VOIP.....	49
4.3	Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας VOIP	54
4.4	Μειονεκτήματα της τεχνολογίας VOIP	55
4.5	Παρουσίαση των VOIP τηλεφώνων	56
4.5.1	Softphones.....	56
4.5.2	Hardphones	57
4.5.3	Wireless τηλέφωνα VOIP	58
4.5.4	ATA analog telephony adapters.....	59
4.6	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	59
4.7	VOIP QoS (Quality of Service)	60
4.7.1	Αιτίες που επηρεάζουν το VOIP QoS.....	62
4.7.2	Πρωτόκολλα υπηρεσιών πραγματικού χρόνου.....	62
4.7.3	Delay	67
4.7.4	Jitter.....	76
Κεφάλαιο 5⁰ – Παρουσίαση προτεινόμενης λύσης		79
5.1	Επιλογή προμηθευτή VOIP προϊόντων.....	79
5.1.1	Βασικά στοιχεία επιλογής των προμηθευτών.....	80
5.1.2	Κριτήρια αξιολόγησης προμηθευτών	81
5.1.3	Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας	83
5.2	Ανάλυση χαρακτηριστικών εταιρίας.....	86
5.3	Προτεινόμενος εξοπλισμός για την εταιρία	87
5.3.1	Cisco Unified Communications Manager.....	88
5.3.2	Cisco Integrated Services Routers - Voice Gateways.....	90
5.3.3	Mobile Phones Integration.....	95
5.3.4	Cisco IP Phones and Clients	97

5.4	Return of Investment.....	106
5.5	Οικονομική ανάλυση του εξοπλισμού	113
5.6	Χρεώσεις τηλεφωνικών κλήσεων	121

Κεφάλαιο 1^ο

Εισαγωγή

Με τον όρο IP Telephony αναφερόμαστε σε τηλεφωνικές κλήσεις που πραγματοποιούνται πάνω από ένα LAN (Local Area Network) όπως για παράδειγμα κλήσεις μέσα σε ένα ιδιόκτητο κτήριο μια εταιρείας. Όταν όμως η IP Telephony πραγματοποιείται από ένα δίκτυο LAN σε ένα άλλο μέσω ενός WAN (Wide Area Network) δικτύου μεταξύ απομακρυσμένων περιοχών ή μέσω διαδικτύου τότε κάνουμε λόγο για VOIP (Voice Over IP).

1.1 Κατάσταση του προβλήματος

Η παγκόσμια οικονομική κρίση και οι ραγδαίες οικονομικές μεταβολές έχουν αναγκάσει τα στελέχη των επιχειρήσεων να επανεξετάσουν τις πιο βασικές παραδοχές των επιχειρήσεών τους. Το downsizing έχει πλέον καταστεί απαραίτητο για την επιβίωση των επιχειρήσεων και για να βελτιστοποιηθεί η ορθή χρήση των υφισταμένων πόρων.

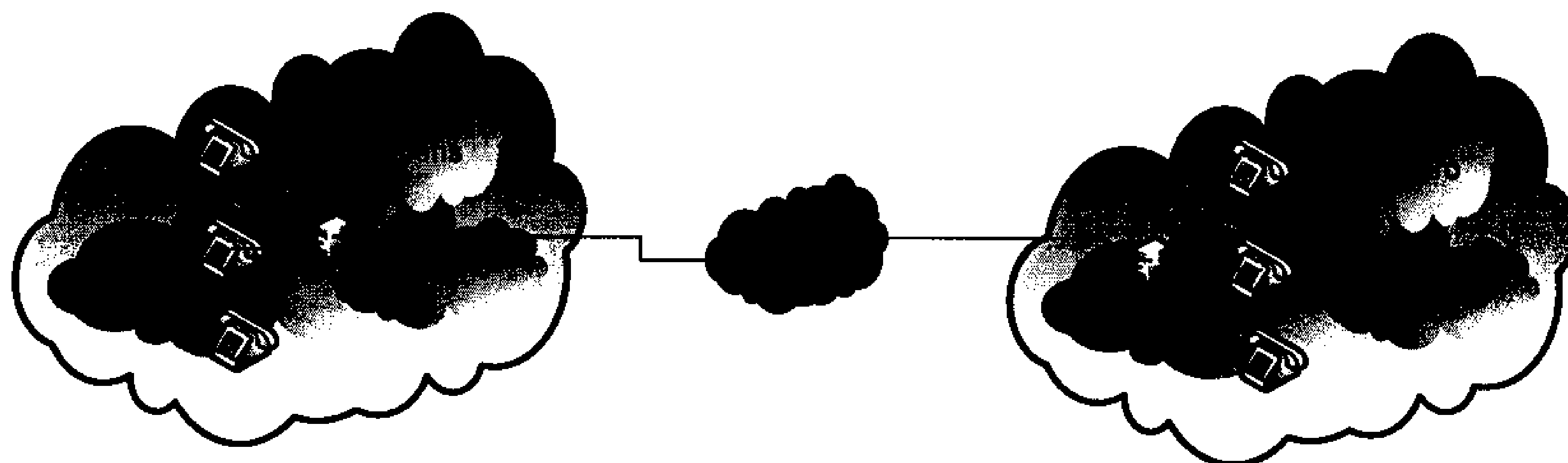
Η σημερινή οικονομική επιβράδυνση δίνει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να επανεξετάσουν το πως θα δραστηριοποιηθούν και να επενδύσουν σε μία ενοποιημένη πλατφόρμα που θα τους διευκολύνει σε θέματα οργάνωσης και θα τους βοηθήσει στο να αποκτήσουν ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Ωστόσο όλες οι τρέχουσες επενδύσεις θα πρέπει να προσφέρουν μία ταχεία απόδοση της επένδυσης (ROI - Return of Investment) με χαμηλό κίνδυνο επωφελούμενοι από τα υφιστάμενα περιουσιακά στοιχεία της επιχείρησης.

Με γνώμονα τα παραπάνω θα μελετήσουμε ένα case study κατά το οποίο θεωρούμε ότι έχουμε μία πολυεθνική κατασκευαστική εταιρεία που διατηρεί γραφεία σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο. Στη περίπτωσή μας, πιο συγκεκριμένα τα γραφεία βρίσκονται στην Αθήνα, το Κάιρο, την Τζέντα, το Άμστερνταμ και το Ντουμπάι.

Η εταιρεία σήμερα για να καλύψει τις τηλεφωνικές της ανάγκες, χρησιμοποιεί μέσω κάποιου παρόχου το PSTN (Public Switched Telephone Network) δίκτυο.

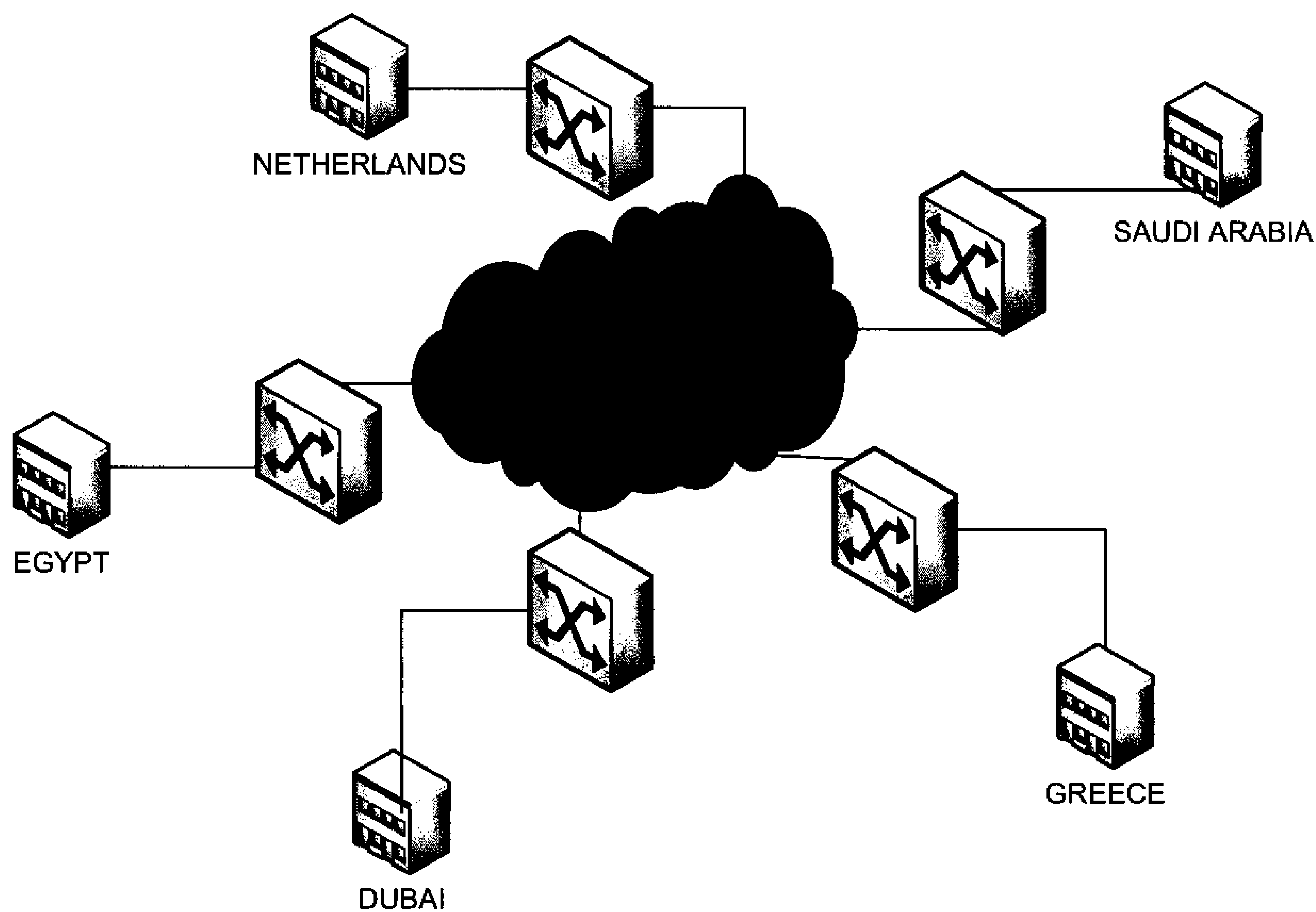
Ταυτόχρονα όμως χρησιμοποιεί και ολοκληρωμένες λύσεις για το δίκτυο δεδομένων της. Η εταιρεία μέσω άλλου παρόχου χρησιμοποιεί το δίκτυο οπτικών ινών αυτού και διατηρεί ένα **MPLS** (Multiprotocol Label Switching) δίκτυο για τις ανάγκες μεταφοράς των δεδομένων. Κάποιες από τις ανάγκες αυτές είναι ο File Server, Mail Server, Active directory και γενικά ERP συστήματα.

Η αρχιτεκτονική του τηλεφωνικού δικτύου φαίνεται παρακάτω:



Σχήμα 1.1: PSTN τηλεφωνικό δίκτυο

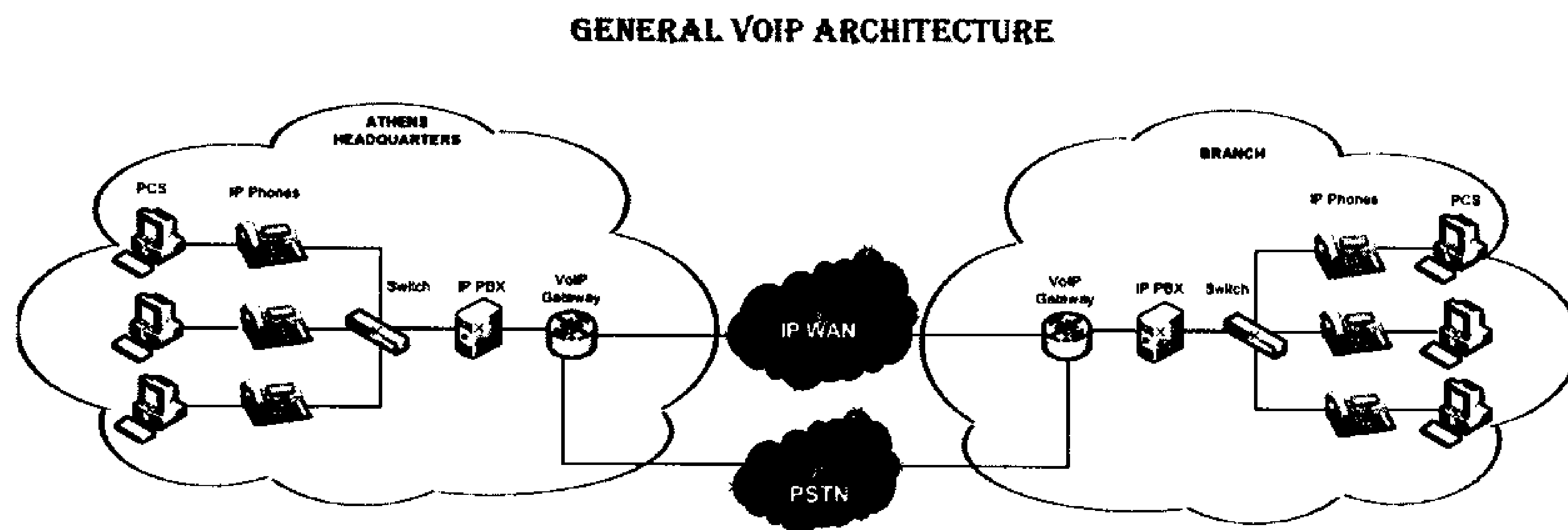
Η αρχιτεκτονική του δικτύου δεδομένων φαίνεται παρακάτω:



Σχήμα 1.2: MPLS δίκτυο δεδομένων

Η ανάγκη για ελαχιστοποίηση του κόστους επικοινωνίας είναι προφανής. Η λύση σε αυτό το ιδιαίτερο πρόβλημα είναι η IP τεχνολογία. Η IP τηλεφωνία όχι μόνο προσφέρει μεγάλα πλεονεκτήματα για την εταιρεία και τους εργαζομένους της, αλλά και για τους πελάτες της.

Μια γενική VOIP αρχιτεκτονική φαίνεται παρακάτω:



Σχήμα 1.3: Αρχιτεκτονική VOIP δικτύου

Κεφάλαιο 2^ο

Πρωτόκολλα Internet και τεχνολογίες δικτύου

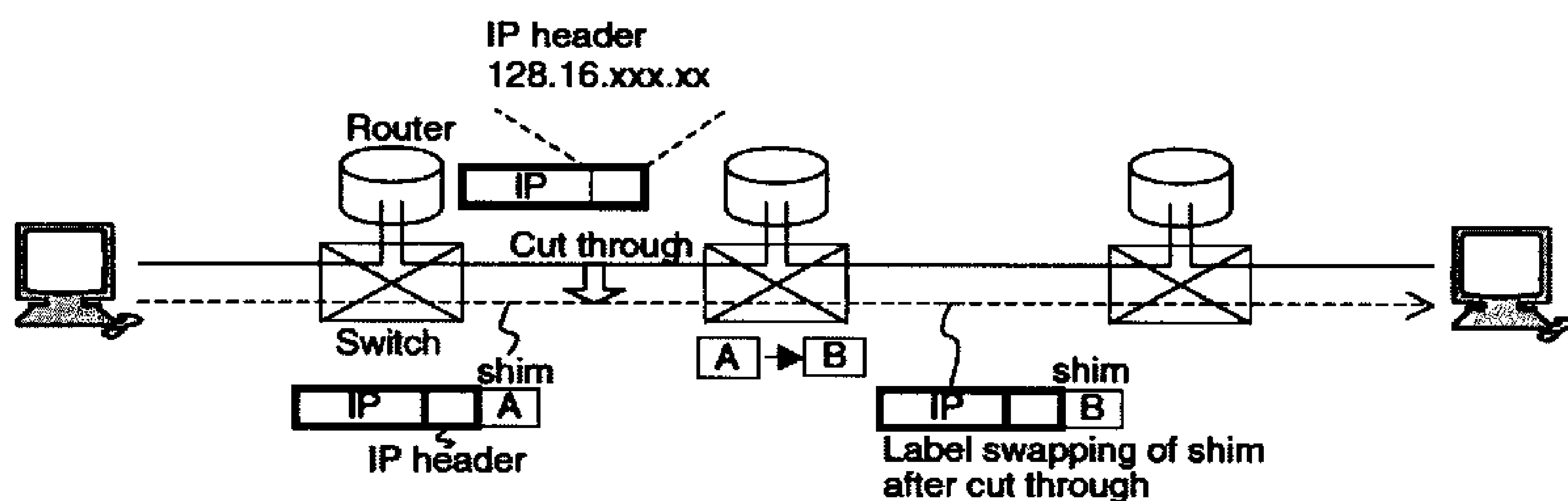
2.1 Backbone επικοινωνίες και ATM

Το International Telecommunication Union (ITU) έχει επιλέξει τον ασύγχρονο τρόπο μεταφοράς –ATM (Asynchronous Transfer Mode) ως μία κυρίαρχη διαδικτυακή τεχνολογία για την υλοποίηση των broadband ενοποιημένων υπηρεσιών (B-ISDN), καθώς και για μετάδοση δεδομένων τόσο πραγματικού χρόνου όσο και μη σε μία υπάρχουσα δικτυακή υποδομή. Κατά την αλληλεπίδραση του ATM με παραδοσιακά IP δίκτυα συναντάμε μηχανισμούς QoS και κλάσεις διαφοροποιημένων υπηρεσιών IP DiffServ, που καθιστούν την τεχνολογία αυτή ιδιαίτερα χρήσιμη για τις σημερινές απαιτήσεις στα broadband networks μιας και ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα της ATM επικοινωνίας είναι τα εξαιρετικά Traffic Engineering χαρακτηριστικά της. Αυτό το πλαίσιο είναι απαραίτητο για την περαιτέρω βέλτιστη κατανόηση του MPLS πρωτοκόλλου.

Η βάση των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων είναι η δημιουργία ενός μονοπατιού επικοινωνίας για την ανταλλαγή πληροφοριών. Υπάρχουν δύο τρόποι να εγκαθιδρυθεί ένα μονοπάτι :ο συνδεσμικός –connection-oriented και ο ασυνδεσμικός –connectionless. Η πρώτη μέθοδος είναι ανώτερη της δεύτερης καθότι σε αυτήν γίνεται εγκατάσταση της σύνδεσης πριν την μετάδοση ή λήψη πληροφορίας, ενώ δεσμεύονται από πριν οι απαραίτητοι επικοινωνιακοί πόροι όπως bandwidth, κτλ. Έτσι διατηρείται ένα επιθυμητό επίπεδο ποιότητας επικοινωνίας. Στην άλλη περίπτωση ωστόσο η προς μετάδοση πληροφορία μετατρέπεται σε πακέτα, όπου το καθένα φέρει και μία διεύθυνση προορισμού, κάνοντας έτσι στα πακέτα αυτά, ταξιδεύοντας στο δίκτυο, να πραγματοποιούνται αποφάσεις δρομολόγησης σε κάθε κόμβο του. Η δεύτερη περίπτωση μοιάζει με τη διακίνηση των γραμμάτων του ταχυδρομείου, ενώ η πρώτη με το τηλεφωνικό σύστημα. Ο connection-oriented μηχανισμός χρησιμοποιείται κατεξοχήν στο ATM, ενώ οι connectionless

επικοινωνίες εφαρμόζονται στο παραδοσιακό IP packet forwarding των IP δικτύων όπως το Internet.

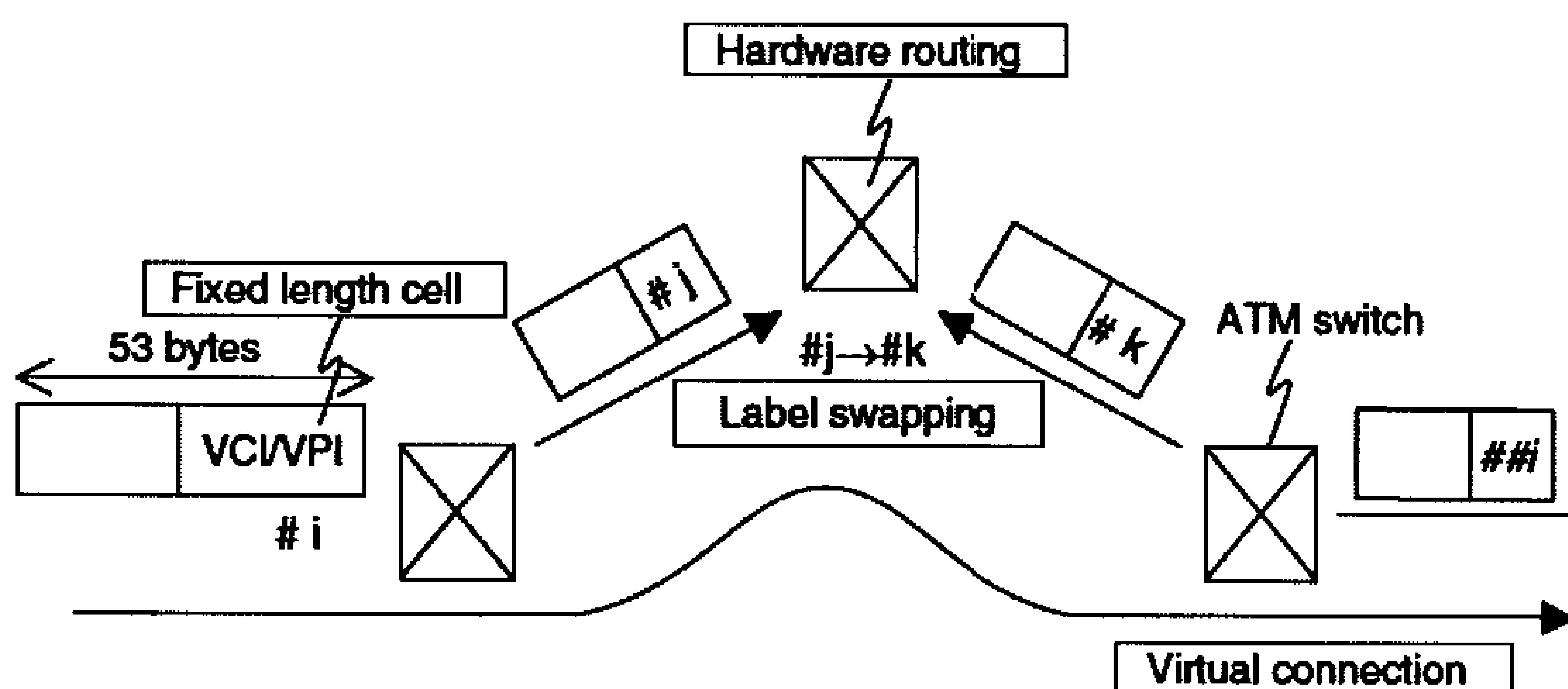
Η MPLS επικοινωνία συνδυάζει τα χαρακτηριστικά και την λειτουργικότητα και των δύο τύπων IP μετάδοσης: ATM και IP, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.1. Συγκεκριμένα όπως παρατηρούμε και στο σχήμα μεταξύ των δύο απομακρυσμένων κόμβων μεσολαβούν διάφοροι δρομολογητές και switches. Τα Router κάνουν, μέσω των έντονων χρωματισμένα γραμμών μετάδοσης, το παραδοσιακό IP Forwarding στα μεταδιδόμενα πακέτα, δηλαδή hop-by-hop μεταφορά βάση της διεύθυνσης προορισμού τους, ενώ αντίθετα τα switches, στις διακεκομμένες γραμμές, πραγματοποιούν την τεχνική του Label Swapping: Σε μία ροή κίνησης IP πακέτων, όπου είναι ευκολότερο να μεταχειρίζεται συνολικά ειδικά εάν διαθέτει μία μοναδική διεύθυνση προορισμού για πολλά πακέτα, εισάγεται στον ingress –σημείου εισόδου switch (label switch router) μια ετικέτα label με ένα ζεύγος από μία διεύθυνση αποστολής και μια προορισμού, ενώ η ίδια ετικέτα αφαιρείται στον egress –σημείου εξόδου switch. Η μεταφορά εκτελείται με απλή μεταγωγή ετικέτας –label swapping (A B), μέσω της τεχνικής του cut-through. Σε αυτήν τη τεχνική μόλις φθάσει το IP header του επόμενου προορισμού –και όχι ολόκληρο το πακέτο ακόμη, γίνεται label swapping, ενώ τα πακέτα στο MPLS δίκτυο μεταδίδονται από ένα μόνο μονοπάτι το οποίο είναι δυνατόν να επιλεγεί ρητά –explicit route. Το πλεονέκτημα του (connection-oriented) cut-through αντί του παραδοσιακού (connectionless) store-and-forward είναι η παροχή επαρκούς εύρους ζώνης ώστε το δίκτυο να εγγυηθεί μία δεδομένη ποιότητα υπηρεσιών QoS –Quality Of Service, μιας και στο IP Forwarding κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό λόγω του ενδεχομένου τα πακέτα να ακολουθήσουν διαφορετικά μονοπάτια.



Σχήμα 2.1: Βασικός Μηχανισμός του MPLS

Παρατηρούμε επομένως ότι το ATM αποτελεί τον συνδεσμικό μηχανισμό μεταφοράς του πρωτοκόλλου MPLS. Πιο συγκεκριμένα το MPLS εκτελεί IP Forwarding ως την αρχική διαδικασία μετάδοσης, και ειδικότερα στην εγκαθίδρυση του νοητού μονοπατιού –virtual connection, καθότι οι διευθύνσεις του αποστολέα και παραλήπτη πρέπει να είναι εκ των προτέρων γνωστές, ενώ στην συνέχεια κάνει cut-through μέσω του label-swapping για λόγους αποφυγής συμφόρησης στο δίκτυο, μέσω επιλογής διαφορετικών μονοπατιών.

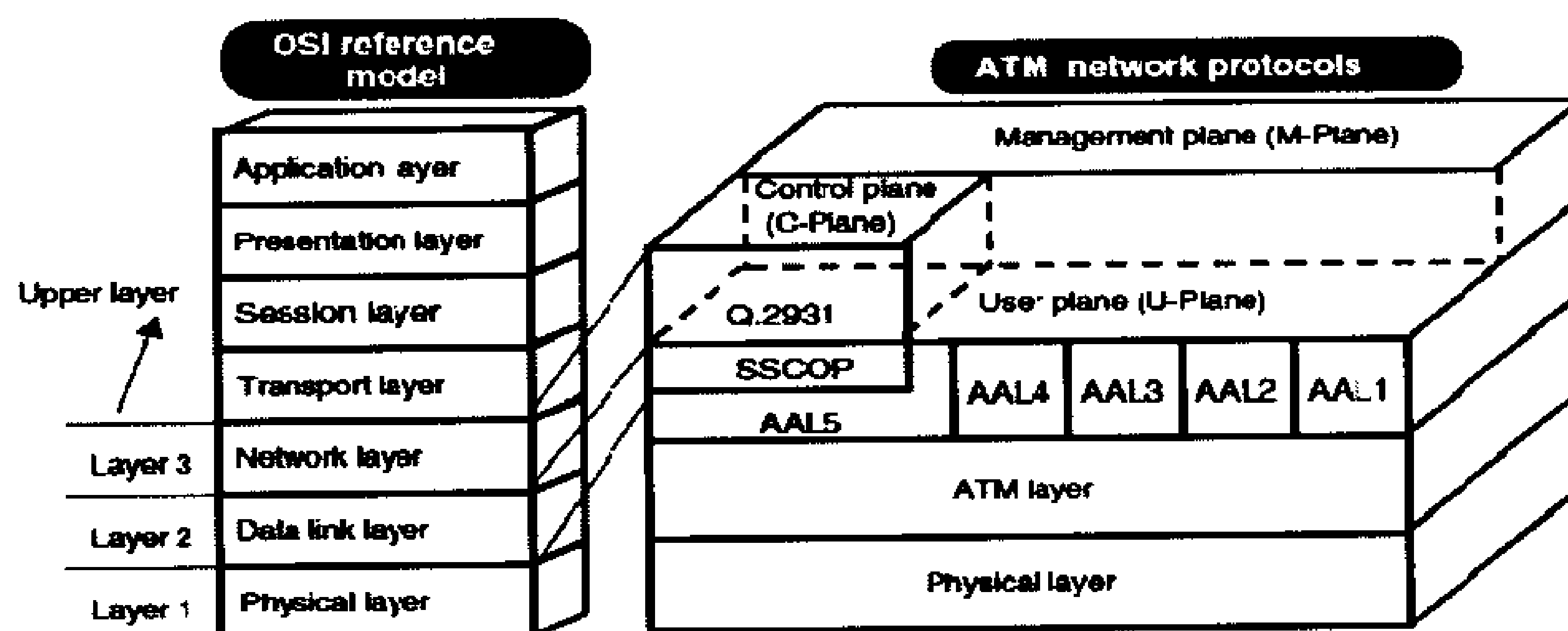
Εξετάζοντας μάλιστα συνοπτικά την αρχιτεκτονική του ATM, παρατηρούμε ότι έχει όντως και από τη σειρά της αρκετά κοινά με τη φιλοσοφία του MPLS. Αρχικά εγκαθιδρύεται και εδώ ένα νοητό μονοπάτι το οποίο μεταφέρει πακέτα μέσω της εναπόθεσης μίας VCI/VPI ετικέτας –Virtual Channel Identifier/Virtual Path Identifier στην επικεφαλίδα του ATM. Πακέτα ή κυψέλες σταθερού μήκους 53 bytes χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση της πληροφορίας, ενώ κάθε ATM κόμβος πραγματοποιεί αποφάσεις δρομολόγησης βάση της εκάστοτε VPI/VCI κατάστασης. Η διαδικασία αυτή του VPI/VCI relaying μοιάζει σε μεγάλο βαθμό με το label swapping στο MPLS, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.2 .



Σχήμα 2.2: Βασικός Μηχανισμός του ATM

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι το ATM δικτυακό πρωτόκολλο αποτελείται πέρα από τα επίπεδα OSI από τρία ανεξάρτητα πεδία λειτουργικότητας: user plane, control plane και management plane. Το πρώτο πραγματοποιεί μετάδοση των δεδομένων του

χρήστη, το δεύτερο παρέχει συνδέσεις ελέγχου, ενώ το τελευταίο συντονίζει όλα τα layers και προσφέρει λειτουργίες διαχείρισης.



Σχήμα 2.3: ATM Αρχιτεκτονική

Όπως αναφέρθηκε το ATM διαθέτει διάφορους μηχανισμούς για την υποστήριξη QoS εγγυήσεων μεταξύ τελικών χρηστών. Όταν εγκαθιδρύεται μία ATM σύνδεση, ο χρήστης και το δίκτυο συμφωνούν να τηρήσουν ένα συμβόλαιο κίνησης –traffic contract, το οποίο αποτελείται από δύο μέρη: τον traffic descriptor, που περιγράφει τα χαρακτηριστικά κίνησης τα οποία ο χρήστης οφείλει να ικανοποιεί, και τον QoS descriptor που περιλαμβάνει τις QoS εγγυήσεις που οφείλει να ικανοποιεί το δίκτυο για τη συγκεκριμένη σύνδεση(σχήμα 2.4).

Τα πιο ενδεικτικά από το πρώτο μέρος είναι τα εξής:

- **Peak Cell Rate (PCR):** Το PCR ορίζει το μέγιστο ρυθμό με τον οποίο η πηγή μπορεί να στέλνει κυψέλες στο δίκτυο στη συγκεκριμένη σύνδεση.
- **Sustainable Cell Rate (SCR):** Το SCR ορίζει το άνω όριο του μέσου ρυθμού αποστολής κυψέλης στο δίκτυο. Εάν ο μέσος αυτός ρυθμός ξεπερνάει το SCR η πηγή θα παραβιάζει τότε το συμβόλαιο κίνησης.
- **Minimum Cell Rate (MCR):** Το MCR είναι ο ελάχιστος ρυθμός κυψελών που ζητείται από το δίκτυο.
- **Maximum Burst Size (MBS):** Το MBS είναι ο μέγιστος αριθμός κυψελών που μπορούν να σταλούν πίσω στο μέγιστο ρυθμό.

- **Maximum Frame Size (MFS):** Το MFS είναι το μέγιστο μέγεθος ενός frame που μεταδίδεται στο ATM.

Από το δεύτερο μέρος τηρούνται οι ακόλουθοι QoS παράμετροι:

- **Maximum Cell Transfer Delay (maxCTD):** Είναι ο μέγιστος χρόνος που δαπανάται από μία κυψέλη στο δίκτυο εξαιτίας των όποιων καθυστερήσεων όπως propagation, switching, και queuing delays.
- **Cell Delay Variation (CDV):** Είναι η διαφορά ανάμεσα στη καλλίτερη και χειρότερη περίπτωση του CTD.
- **Cell Loss Ratio (CLR):** Είναι το ποσοστό των απολεσθέντων προς τις συνολικές κυψέλες.

Παράλληλα σε συνδυασμό με την υποστήριξη 5 διαφορετικών service classes όπως: Constant Bit Rate (CBR), Variable Bit Rate (VBR), Available Bit Rate (ABR), Unspecified Bit Rate (UBR), και Guaranteed Frame Rate (GFR), το ATM μέσω του υποεπιπέδου προσαρμογής ATM AAL-ATM Adaptation Layer, το οποίο επιτρέπει σε οποιοδήποτε πρωτόκολλο ή υπηρεσία να συνδέεται με τη συγκεκριμένη τεχνολογία, παρέχει 4 επίπεδα υπηρεσιών για την κάλυψη διαφορετικών κάθε φορά απαιτήσεων όπως καθυστέρησης, διαμεταγωγής, και χρονισμού. Αυτά είναι τα:

- AAL1 για μεταδόσεις σταθερού ρυθμού όπως η 64 Kbps φωνή.
- AAL2 για μετάδοση μεταβλητού ρυθμού πληροφορίας όπως video MPEG-2
- AAL3/4 για μετάδοση πληροφορίας από συνδεοστρεφή packet-switched δίκτυα.
- AAL5 για υποστήριξη connectionless μεταφορών, όπως TCP/IP

Traffic contract	
Traffic descriptor part (obeyed by the user)	QoS descriptor part (guaranteed by the network)
Traffic parameters (PCR, SCR, MCR, MBS, MFS, CDVT)	QoS parameters (maxCTD, CDV, CLR)

Σχήμα 2.4: ATM QoS

Τέλος αναφέρουμε ενδεικτικά ότι εξαιτίας διαφόρων περιπτώσεων ασυμβατότητας ανάμεσα στα δίκτυα IP και ATM όσον αφορά στις αντιστοιχίσεις – mappings των QoS χαρακτηριστικών που αναφέρθηκαν, το πρωτόκολλο Multiprotocol Label Switching (MPLS) παρουσιάζεται, όπως θα δούμε και στη συνέχεια, πιο ελκυστικό για την υποστήριξη QoS και DiffServ πάνω σε ATM και IP δίκτυα.

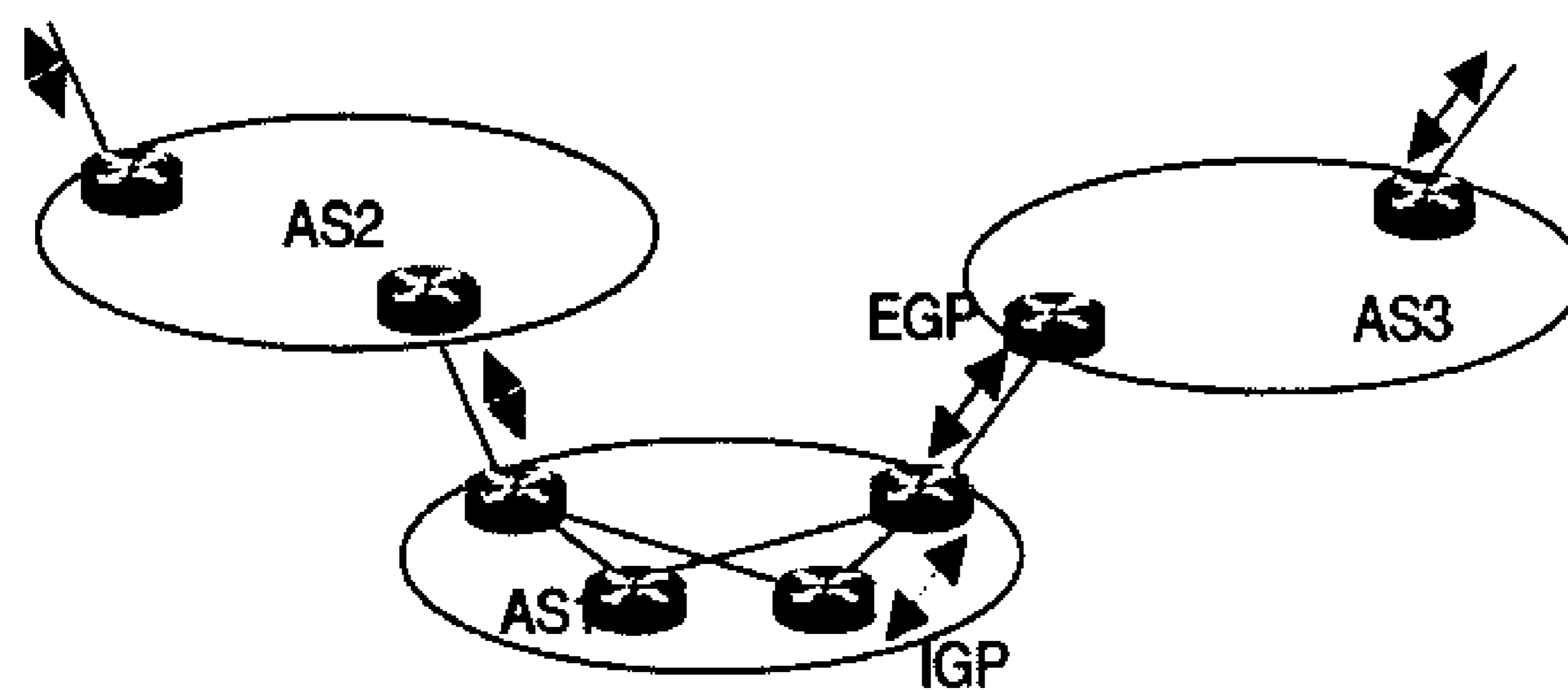
2.2 Το Internet Protocol (IP)

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα το MPLS συνδυάζει στην επικοινωνία του δύο τύπους IP μεταφοράς –ATM και IP–, όπου ο μεν πρώτος είναι συνδεδεσμένος και ο δεύτερος ασυνδεδεσμένος. Με αυτό το τρόπο καταφέρνει να αποκτήσει τα πλεονεκτήματα και των δύο τύπων, όπως Traffic Engineering στις συνδέσεις, καλλίτερη υποστήριξη broadband υπηρεσιών και εξοικονόμηση εύρους ζώνης, από τη μεριά του ATM, ενώ εξασφαλίζει την αξιοπιστία και ευρωστία στο δίκτυο μέσω μιας αυτόνομα κατανεμημένης διαχείρισης και ελέγχου, από τη μεριά του IP. Εξετάζοντας συνοπτικά το Internet Protocol (IP) παρατηρούμε ότι είναι ένα επιπέδου 3 πρωτόκολλο που αποτελείται από ένα IP forwarding πρωτόκολλο προώθησης και ένα IP routing πρωτόκολλο δρομολόγησης. Το πρώτο δημιουργεί έναν πίνακα δρομολόγησης, ενώ το δεύτερο μεταδίδει τα IP πακέτα σύμφωνα με αυτό τον πίνακα.

Στο IP layer, ένας κόμβος μέσα στο δίκτυο καλείται δρομολογητής –router. Τα πακέτα ταξιδεύουν στο δίκτυο ανάμεσα στους δρομολογητές hop-by-hop δηλαδή από κόμβο σε κόμβο. Ο router δε χρειάζεται να γνωρίζει όλη τη πληροφορία δρομολόγησης μέχρι τη διεύθυνση προορισμού. Το μόνο που αρκεί είναι ποιος γειτονικός δρομολογητής είναι ο πλησιέστερος έτσι ώστε να του προωθήσει τα αντίστοιχα πακέτα. Με αυτό το τρόπο στη παγκόσμια κλίμακα του Internet τα IP πακέτα μεταφέρονται στην διεύθυνση προορισμού τους. Κάθε δρομολογητής εκτελεί το hop-by-hop routing βάσει ενός πίνακα προώθησης –forwarding table. Ο πίνακας αυτός περιέχει πεδία όπως (1) διεύθυνση προορισμού, (2) IP διεύθυνση του επόμενου γειτονικού κόμβου, (3) ένα network interface number για κάθε καταχώρηση. Η αναζήτηση στον πίνακα προώθησης γίνεται βάσει της διεύθυνσης προορισμού η

οποία χρησιμοποιείται ως κλειδί. Αν αντί της κλασσικής διευθυνσιοδότησης με κλάσεις, όπου χρησιμοποιώντας πολλαπλές διευθύνσεις class C δημιουργείται το πρόβλημα της περιττής αύξησης καταχωρήσεων στα routing tables, κάνουμε χρήση της CIDR –Classless Interdomain Routing τεχνικής, τότε πολλαπλές IP διευθύνσεις ενοποιούνται σε ένα ενιαίο πίνακα δρομολόγησης μέσω της χρήσης προθέματος – prefix και μιας 32-bit μάσκας δικτύου. Η διεύθυνση του επόμενου hop στα IP routing tables προσδιορίζεται μέσω της longest-prefix matching μεθόδου, βάσει της οποίας εκτελείται ένα λογικό AND ανάμεσα στη διεύθυνση προορισμού του αφιχθέντος IP header και της μάσκας δικτύου bit με bit, και λαμβάνεται η καταχώρηση που ταιριάζει στα περισσότερα δυαδικά ψηφία. Μάλιστα με την αύξηση των καταχωρήσεων στους πίνακες δρομολόγησης εισάγονται νέες μέθοδοι αναζήτησης όπως το ‘Patricia tree’, που είναι ένα είδος δυαδικού δέντρου.

Από την οπτική γωνία τώρα του IP Routing είναι προφανές ότι ειδικά για μεγάλα δίκτυα όπως το Internet, δεν είναι πρακτικό αλλά και εφικτό να δημιουργούμε έναν πίνακα δρομολόγησης όπου θα υπάρχει μια μόνο κεντρική διαχείριση της διεύθυνσης προορισμού. Γι αυτό το λόγο αναπτύχθηκε ένα routing protocol ως ένας μηχανισμός δημιουργίας πίνακα δρομολόγησης αυτόνομα και κατανεμημένα. Το πρωτόκολλο αυτό δημιουργεί καταρχήν ένα routing table το οποίο αλλάζει και προσαρμόζεται δυναμικά ανάλογα με τις αλλαγές στο δίκτυο, και έπειτα ένα πίνακα προώθησης για τη μεταφορά των IP πακέτων. Εξετάζοντας τα routing πρωτόκολλα ως προς την ιεραρχία τους, παρατηρούμε καταρχήν ότι σε κάθε Αυτόνομο Σύστημα –Autonomous System (AS) που αποτελεί και ένα ξεχωριστό domain δικτύου, αυτά διακρίνονται σε inside-AS και ονομάζονται IGP –Interior Gateway Protocols, και σε inter-AS που καλούνται EGP –Exterior Gateway Protocols.



Σχήμα 2.5: Λειτουργία IGP και EGP πρωτόκολλων

Οι συνοριακοί δρομολογητές των γειτονικών AS ανταλλάσσουν πληροφορίες δρομολόγησης χρησιμοποιώντας το EGP. Εσωτερικά σε ένα AS γίνεται χρήση του IGP. Συγκεκριμένα το IGP είναι ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης που δημιουργεί ένα routing table μέσα σε ένα AS, βάσει του οποίου τα IP πακέτα μεταδίδονται στο προορισμό τους ακολουθώντας το συντομότερο μονοπάτι. Τυπικά τέτοια πρωτόκολλα είναι τα RIP, IGRP, OSPF, IS-IS (Intermediate System to Intermediate System) κτλ. Το πιο δημοφιλές EGP protocol είναι το BGP-4 (Border Gateway Protocol).

Ανάλογα με τη λειτουργία τους τα routing protocols διακρίνονται σε:

- **Distance vector** Αναζήτηση του επόμενου hop στο συντομότερο μονοπάτι μέσω της ανταλλαγής ενός distance-vector πίνακα. Χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος Bellman-Ford. Παράδειγμα είναι τα RIP, IGRP.
- **Path Vector** Επιλογή του μονοπατιού με το μικρότερο μήκος και ταυτόχρονη αποφυγή routing loop μέσω ανταλλαγής ενός path vector πίνακα.
- **Link State** Κάθε κόμβος περιέχει πληροφορία τοπολογίας για γειτονικούς κόμβους. Ο υπολογισμός του συντομότερου μονοπατιού γίνεται με την ανταλλαγή link states με τις συγκεκριμένες πληροφορίες.

Το δημοφιλέστερο ίσως Link State πρωτόκολλο είναι το OSPF –Open Shortest Path First. Έχοντας τυποποιηθεί από τον IETF το 1998, κατόρθωσε να αντικαταστήσει γρήγορα το RIPv2 και σήμερα εφαρμόζεται σε όλες τις μεγάλες IP υποδομές με σκοπό τη περαιτέρω μείωση του κόστους δρομολόγησης. Κάθε OSPF δρομολογητής διατηρεί μία ταυτοτική βάση δεδομένων που περιγράφει τη τοπολογία του αυτόνομου συστήματος. Από αυτή τη τοπολογία υπολογίζεται ένας πίνακας δρομολόγησης με τη κατασκευή ενός δέντρου συντομότερου μονοπατιού. Το OSPF επαναπροσδιορίζει γρήγορα τα μονοπάτια στα όποια ενδεχόμενα αλλαγών της τοπολογίας, ελαχιστοποιώντας έτσι το επιπλέον φορτίο της routing κίνησης, και διασφαλίζοντας την δρομολόγηση. Επιπλέον έχει επιλεγεί για το MPLS με σκοπό την υλοποίηση Traffic Engineering λειτουργιών χρησιμοποιώντας Link State Advertisements –LSA's.

Το OSPF υπολογίζει το συντομότερο μονοπάτι από τη πηγή στο προορισμό κάνοντας χρήση του αλγορίθμου **Dijkstra**. Συνοπτικά ο αλγόριθμος λειτουργεί ως

εξής: Πρώτα αναζητά το κόμβο με το χαμηλότερου κόστους μονοπάτι, έπειτα αναζητά και βρίσκει τον επόμενο με την ίδια ιδιότητα μέχρι να καταλήξει στο προορισμό. Αυτό επαφίεται για το κόμβο, κάθε φορά, που έχει το μικρότερο κόστος ανάμεσα σε όλους τους υπόλοιπους που φθάνουν στον ίδιο κόμβο – προορισμό. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι να έχουν δοκιμαστεί όλα τα hops. Από προηγουμένως όμως το OSPF έχει ήδη ‘πλημμυρίσει’ –κάνει flooding το δίκτυο με τα LSA’s με σκοπό τη δημιουργία της βάσης δεδομένων της τοπολογίας. Πιο συγκεκριμένα το link state εκφράζει τη πληροφορία των συνδέσμων που εκτείνονται από έναν router. Ο δρομολογητής που κάνει flooding τα link states στο δίκτυο καλείται LSA router. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής τα link-state packets αποστέλλονται από τον LSA router σε όλους τους γειτονικούς του routers. Επειδή όμως συχνές αλλαγές της τοπολογίας δημιουργούν την ανάγκη να αναγνωρίζονται τα πιο πρόσφατα link states, ο LSA router εισάγει ένα sequence number σε αυτά και κάνει flooding στη συνέχεια. Οι υπόλοιποι δρομολογητές αποδέχονται τα πακέτα με το μεγαλύτερο sequence number ως τα πιο πρόσφατα link states.

```

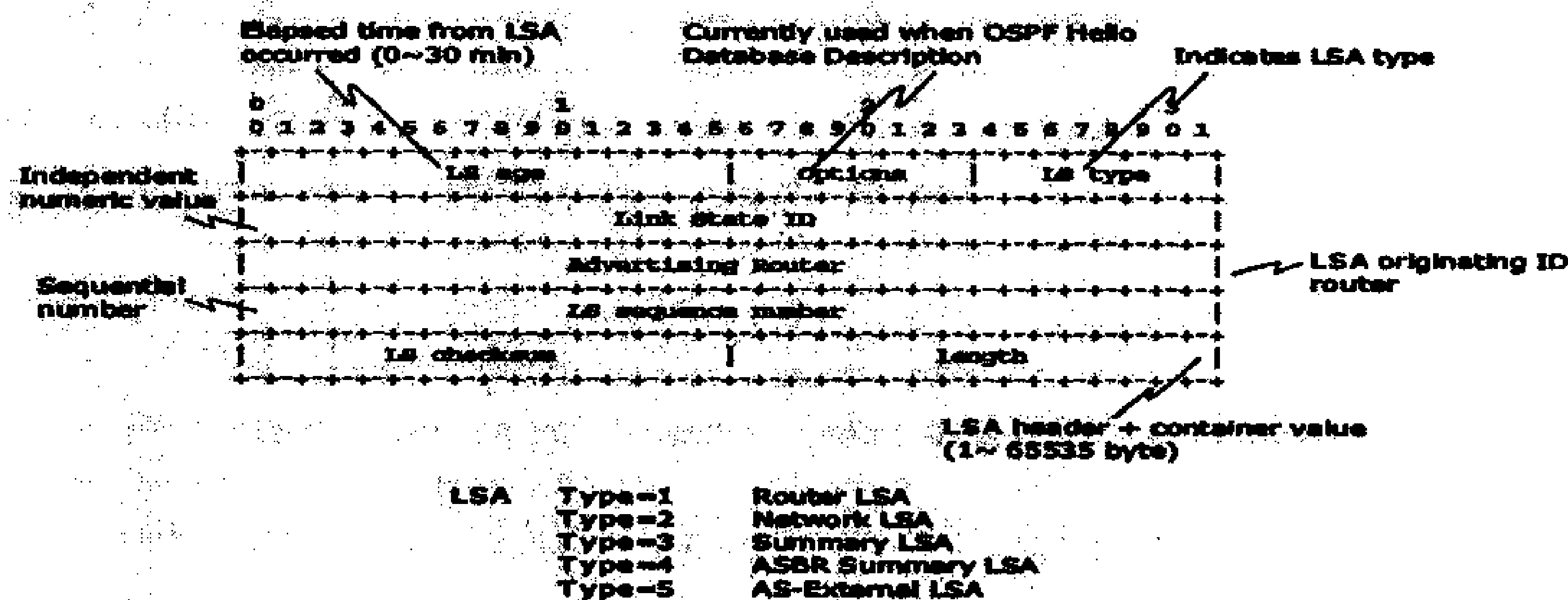
DIJKSTRA (G,s) /* for the single source shortest paths problem */
1. do for every  $v \in V$ 
2.    $d[v] = \infty, \pi[v] = \text{NIL}$ 
3.  $d[s] = 0$ 
4.  $I = \emptyset, U = V$ 
5. do while  $U \neq \emptyset$ 
6.    $u = \text{EXTRACT\_MIN\_KEY\_ENTRY}(U)$ 
7.    $L = L \cup u$ 
8.   do for each arc  $a(u, v) \in \text{Originating}[u]$  /*  $\text{Originating}[u]$  = arcs originating from vertex  $u$  */
9.     if  $v \in U \ \&\& \ d[v] > d[u] + w(a)$ 
10.    then  $d[v] = d[u] + w(a), \pi[v] = u, \text{DECREASE\_ENTRY\_KEY}(U, v)$ 

```

Σχήμα 2.6: Ο Αλγόριθμος Dijkstra

Σε ένα OSPF δίκτυο το ίδιο link state μπορεί να παραμείνει σε αυτό μέχρι να ξεπεράσει κάποιο προκαθορισμένο χρονικό όριο. Εάν δεν υπάρχει καμία αλλαγή στο περιεχόμενο του LSA μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα, τότε αυτό ανανεώνεται και αποστέλλεται ξανά, ενώ το sequence number αυξάνεται κατά 1. Προκαθορισμένα ένα link state διαφημίζεται κάθε 30 λεπτά. Εάν μετά από 1 ώρα δεν έχει ανανεωθεί, διαγράφεται από τη βάση δεδομένων του router.

Τέλος, στο σχήμα 10 παρουσιάζεται ενδεικτικά η δομή ενός LSA header. Αυτό αποτελείται από πεδία όπως: LS age και LS sequence number (χρησιμοποιούνται για λόγους συγχρονισμού), LS type (περιγράφει το τύπο του LSA: type 1 για router LSA, type 2 για network LSA), link state ID.



Σχήμα 2.7: LSA Header

2.3 Μετάβαση από το IPv4 στο IPv6

Το IPv6 θεωρείται η επόμενη γενιά του Internet Protocol. Η τρέχουσα έκδοση του IPv4 χρησιμοποιείται για σχεδόν 30 χρόνια. Το IPv6 είναι μία βελτιωμένη έκδοση η οποία έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να συνυπάρχει με το IPv4 και τελικά να παρέχει συνολικά καλύτερες δυνατότητες διασύνδεσης. Οι υποστηρικτές του λαμβάνουν υπόψη τους μία πολύ μεγάλη γκάμα εφαρμογών όπως το VOIP, τρίτης γενιάς WiFi και ασφάλειας. Αναπτύχθηκε στις αρχές του 1990 λόγω της μεγάλης ανάγκης που υπήρχε για περισσότερες διευθύνσεις, βασισμένη στην γρήγορη ανάπτυξη του διαδικτύου. Αυτό βασιζόταν και στην ανάπτυξη των κινητών τηλεφώνων, στα PDA, στις έξυπνες εφαρμογές και στα εκατομμύρια νέων χρηστών σε αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα η Ινδία και άλλες. Νέες τεχνολογίες όπως το VOIP, η μόνιμη σύνδεση στο διαδίκτυο (DSL, Cable κλπ), το δίκτυο Ethernet στο σπίτι και διάφορες εφαρμογές θα κάνουν την ανάγκη αυτή πιο επιτακτική τα επόμενα χρόνια.

Λόγο της πολυπλοκότητας της τεχνικής του NAT (Network Address Translation), το διαδίκτυο, οι εφαρμογές και οι συσκευές γίνονται πιο πολύπλοκες, πράγμα το οποίο έχει επίδραση και στο γενικότερο κόστος. Η προσδοκία είναι ότι το IPv6 μπορεί να κάνει κάθε IP συσκευή ισχυρότερη και πιο οικονομική σε ότι αφορά την κατανάλωση ενέργειας. Η μικρότερη κατανάλωση ενέργειας δεν αφορά μόνο περιβαλλοντολογικούς λόγους αλλά και λόγους βελτίωσης της αυτονομίας (μεγαλύτερη διάρκεια μπαταρίας συσκευών). Η αγορά έχει συσχετίσει το IPv6 με “πολλές διευθύνσεις”, κάνει όμως πολύ περισσότερα. Μπορεί να βελτιώσει το διαδίκτυο ή ένα εταιρικό δίκτυο, με οφέλη όπως:

- Δυνατότητα επέκτασης διευθύνσεων.
- Την αυτορρύθμιση χωρίς server (plug and play) και επαναρύθμιση.
- Πιο αποτελεσματικούς μηχανισμούς φορητότητας.
- Ασφάλεια end-to-end, με ενσωματωμένη και ισχυρή κρυπτογράφηση και πιστοποίηση σε επίπεδο IP.
- Ενσωματωμένη υποστήριξη για multicast και QoS.

Εταιρίες και κυβερνητικές υπηρεσίες θα μπορέσουν να πετύχουν έναν αριθμό βελτιώσεων με το IPv6. Ενώ οι βασικές λειτουργίες των πρωτοκόλλων του Internet είναι να μεταφέρουν την πληροφορία στο δίκτυο, το IPv6 έχει περισσότερες δυνατότητες μέσα στο βασικό του σκελετό. Οι καταναλωτές θέλουν την απλότητα του “plug-and-play”, την συνεργασία (πχ παιχνίδια) και την φορητότητα.

2.3.1 Πλεονεκτήματα του IPv6 έναντι του IPv4

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφέρουμε μερικά από τα πλεονεκτήματα του IPv6 σε σχέση με το IPv4. Πολλά από αυτά θα λέγαμε πως δεν είναι πλεονεκτήματα, αλλά άμεσες αναγκαίες αλλαγές στο IP πρωτόκολλο.

- Scalability

Το IPv6 αυξάνει το μέγεθος της επικεφαλίδας από 32 σε 128 bits, προσφέροντας δυνατότητες για περισσότερα επίπεδα διευθυνσιοδότησης, “ ανεξάντλητο” χώρο

διευθύνσεων και απλούστερη αυτοδιαμόρφωση των διευθύνσεων. Με το IPv4 ο θεωρητικός αριθμός διαθέσιμων IP διευθύνσεων είναι 2^{32} περίπου 4,3 δισεκατομμύρια διευθύνσεις. Το IPv6 μας δίνει 2^{128} διευθύνσεις. Η πληθώρα διαθέσιμων διευθύνσεων IPv6 διευκολύνει σημαντικά τη διασύνδεση στο Διαδίκτυο προσωπικών συσκευών (κινητά τηλέφωνα 3^{ης} γενιάς), οικιακών συσκευών (τηλεοράσεις) και συστημάτων πλοήγησης.

- Ασφάλεια

Το IPv6 προσφέρει, μέσω των επικεφαλίδων επέκτασης, ασφάλεια (Authentication header) και κρυπτογράφηση δεδομένων (Encapsulated Security Payload). Ειδικότερα ο κάθε κόμβος IPv6 υποστηρίζει υποχρεωτικά δυνατότητες κρυπτογράφησης δεδομένων κατά τη μεταφορά τους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι είναι υποχρεωτική η υποστήριξη του πρωτοκόλλου IPsec (IP security) για κάθε κόμβο IPv6.

- Εφαρμογές πραγματικού χρόνου

Για να παρέχει καλύτερη υποστήριξη σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου (π.χ. VOIP, IPTV), το IPv6 συμπεριλαμβάνει στα χαρακτηριστικά του "labeled flows". Με αυτόν τον μηχανισμό, οι δρομολογητές μπορούν να αναγνωρίσουν τα πακέτα τα οποία εκπέμπονται και να τους δώσουν την απαραίτητη προτεραιότητα.

- Απλοποιημένη επικεφαλίδα

Ορισμένα πεδία του IPv4 απουσιάζουν από το IPv6 ή έχουν γίνει προαιρετικά. Αυτό βοηθά στη μείωση του κόστους δρομολόγησης για κάθε πακέτο και του κόστους σε εύρος ζώνης που καταναλώνει η επικεφαλίδα. Επίσης, έχει σταθερό μήκος με αποτέλεσμα οι δρομολογητές να έχουν καλύτερη απόδοση για τέτοιες επικεφαλίδες.

- Βελτιωμένη υποστήριξη για επεκτάσεις και επιλογές της επικεφαλίδας

Το IPv6 διαθέτει υποστήριξη προαιρετικών πεδίων σε ξεχωριστές επικεφαλίδες. Αυτό διευκολύνει την απόδοση της απλής δρομολόγησης, αφού δεν χρειάζεται κάθε δρομολογητής να επεξεργαστεί αυτά τα πεδία, αν κάτι τέτοιο δεν είναι αναγκαίο.

- Υποστήριξη ενθυλάκωσης

Υποστηρίζεται ενθυλάκωση στο IPv6 πακέτο άλλων πρωτοκόλλων καθώς και του ίδιου του IPv6.

- Plug-and-play

Μέσα στα βασικά χαρακτηριστικά του IP θα είναι πλέον και ο μηχανισμός Plug-and-play, ο οποίος διευκολύνει την σύνδεση του εξοπλισμού στο δίκτυο.

- Φορητότητα

Πλέον συμπεριλαμβάνονται πιο αποτελεσματικοί μηχανισμοί φορητότητας

- Επεκτασιμότητα

Έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι επεκτάσιμο και να προσφέρει υποστήριξη για νέες επιλογές.

- Anycasting

Ο μηχανισμός anycast υποστηρίζεται από το πρωτόκολλο IPv6 με τον οποίο ένας κόμβος μπορεί να απευθύνει ένα μήνυμα σε ένα σύνολο από παραλήπτες και το μήνυμα να παραδοθεί σε έναν από τους παραλήπτες. Ο μηχανισμός αυτός επιτρέπει την υλοποίηση εύρωστων υπηρεσιών αφού μπορούν να υπάρχουν περισσότεροι από έναν εξυπηρετητές που αντιστοιχούν σε μία διεύθυνση και έτσι εάν ένας δεν είναι διαθέσιμος τότε το δίκτυο θα αναλάβει την παράδοση του μηνύματος σε κάποιον άλλο ώστε να εξυπηρετηθεί.

- Multicasting

Στο IPv6 η υποστήριξη του μηχανισμού multicast είναι ενσωματωμένη, επιτρέποντας σε ένα κόμβο να απευθύνει κάποιο μήνυμα σε ένα σύνολο από παραλήπτες και το μήνυμα να παραδοθεί σε όλους του παραλήπτες. Σε αντίθεση με το IPv4 δεν εμφανίζεται κανένα πρόβλημα όταν ο κινητός κόμβος κάνει χρήση του μηχανισμού multicast.

2.3.2 Τρόπος λειτουργίας μίας IPv6 διεύθυνσης

Το format μιας IPv6 διεύθυνσης αποτελείται από 128bit. Το σχετικά μεγάλο μέγεθος μιας διεύθυνσης έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορεί να χωριστεί σε ιεραρχημένα routing domains τα οποία αντανakλούν την τοπολογία του σημερινού Internet. Η χρήση των 128bit παρέχει πολλαπλά επίπεδα ιεραρχικότητας και ευελιξίας στον σχεδιασμό ιεραρχικών διευθύνσεων και δρομολογητών.

Όπως το IPv4 έτσι και το IPv6 είναι ένα ασύνδετο, μη αξιόπιστο πρωτόκολλο δεδομένων το οποίο χρησιμοποιείται για να δρομολογήσει πακέτα ανάμεσα στους hosts. Με το ασύνδετο εννοούμε ότι δεν υπάρχει σύνδεσμος ανάμεσα στους hosts αλλά δημιουργείται την στιγμή που αρχίζει η μεταφορά δεδομένων. Ονομάζεται αναξιόπιστο επειδή η παράδοση των πακέτων δεν είναι εγγυημένη. Παρά το γεγονός αυτό γίνεται πάντα η καλύτερη δυνατή προσπάθεια για να παραδοθεί ένα πακέτο. Είναι πολύ πιθανόν όμως να χαθεί, να παραδοθεί εκτός ακολουθίας, να παραδοθεί δύο φορές ή να καθυστερήσει υπερβολικά. Επίσης δεν γίνεται προσπάθεια για διόρθωση αυτών των λαθών. Η επιβεβαίωση παραλαβής πακέτων και η ανάκτηση χαμένων πακέτων γίνεται από πρωτόκολλα υψηλότερου επιπέδου όπως το TCP. Από άποψη προώθησης πακέτων το IPv6 συμπεριφέρεται όπως και η προηγούμενη έκδοση. Ένα πακέτο ονομάζεται και IPv6 datagram, και αποτελείται από ένα IPv6 header(επικεφαλίδα) και ένα IPv6 payload (ωφέλιμο φορτίο).

Ver	Traffic class	Flow Label	
Payload Length		Next Header	Hop Limit
Source IP Address			
Destination IP address			

Σχήμα 2.8: Απεικόνιση της IPv6 κεφαλίδας

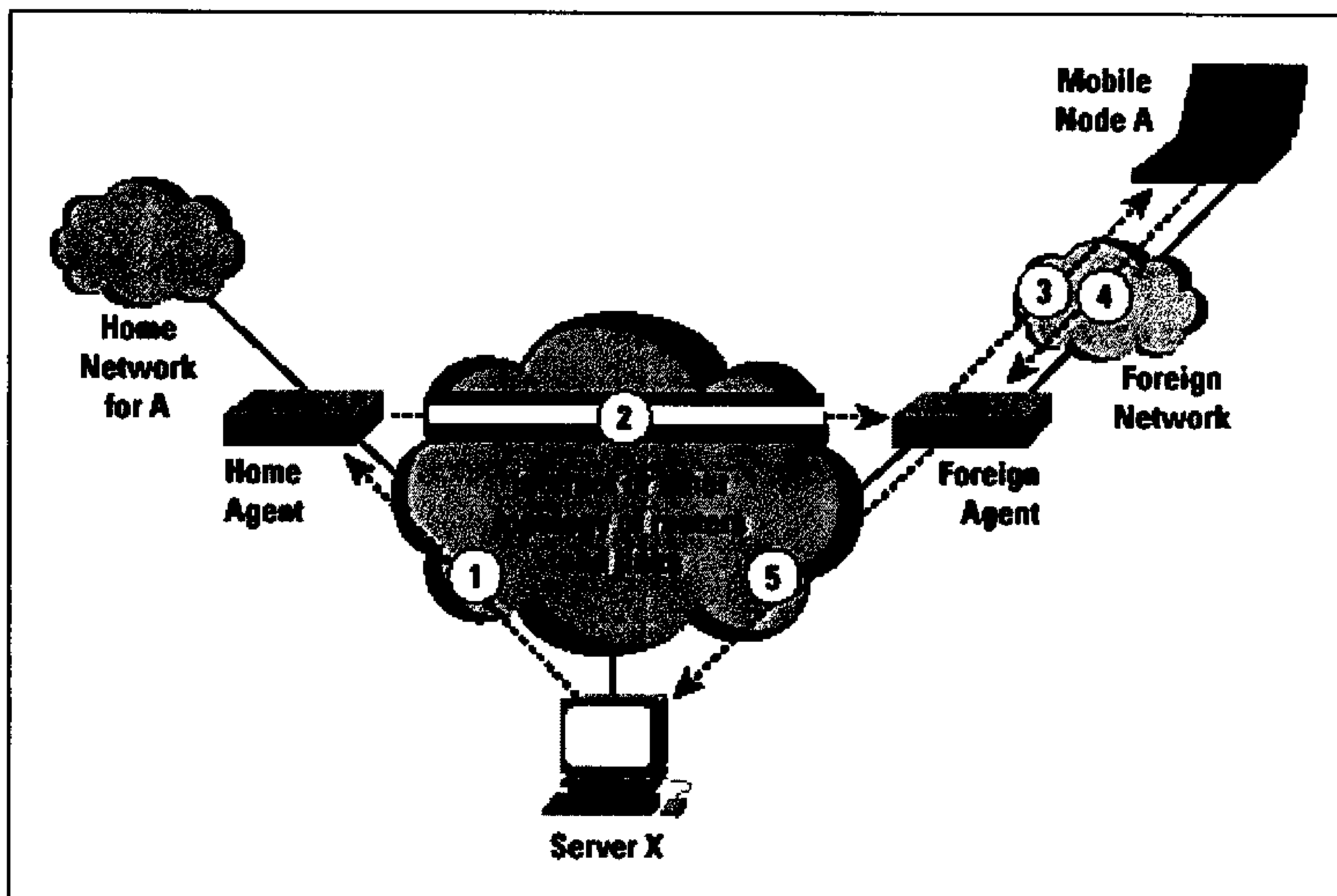
- Το πεδίο Version χρησιμοποιείται για να αναγνωρίζεται η έκδοση του πρωτοκόλλου αν είναι 4 ή 6.
- Το πεδίο Traffic class προορίζεται για τους αρχικούς κόμβους και τους routers προώθησης πακέτων για να αναγνωρίζουν και να διαχωρίζουν διαφορετικές κλάσεις ή προτεραιότητες σε πακέτα IPv6.
- Στο πεδίο Flow Label αναγνωρίζονται τα πακέτα τα οποία χρήζουν ειδικής μεταχείρισης από τους IPv6 κόμβους.
- Το πεδίο Payload Length αναγνωρίζει το μήκος σε οκτάδες του ωφέλιμου φορτίου.
- Το πεδίο Next Header καθορίζει την επικεφαλίδα που ακολουθεί.
- Το πεδίο Hop Limit περιέχει τον αριθμό που υποδηλώνει το πόσα άλματα επιτρέπεται να κάνει προτού αγνοηθεί από έναν δρομολογητή. Ορίζεται από τον αποστολέα και σκοπός του είναι να μην επιτρέψει σε κάποιο πακέτο να περιφέρεται συνεχώς μέσα σε ένα δίκτυο αν δεν έχει παραλήπτη.
- Στο πεδίο Source IP Address περιέχεται η διεύθυνση του αποστολέα του πακέτου.
- Στο πεδίο Destination IP Address περιέχεται η διεύθυνση του παραλήπτη του πακέτου.

2.4 Γενικά για το Mobile IP

Με τον όρο Mobile IP εννοούμε ότι έχουμε ένα χρήστη συνδεδεμένο με μία ή περισσότερες εφαρμογές στο διαδίκτυο με μεταβλητό το αρχικό γεωγραφικό σημείο σύνδεσης χωρίς να υπάρχει καμία απώλεια δεδομένων μεταξύ των συνδέσεων.

Στο σημείο αυτό θα γίνει αναφορά στο τρόπο λειτουργίας του πρωτοκόλλου αυτού. Έστω ότι έχουμε ένα κινητό κόμβο ο οποίος ανήκει σε ένα δίκτυο (Home Network) οπότε έχει μία στατική διεύθυνση IP. Όταν ο κινητός κόμβος αλλάζει το σημείο σύνδεσης του από το αρχικό δίκτυο σε ένα άλλο τότε το δεύτερο δίκτυο ονομάζεται (Foreign Network). Όταν ο κινητός κόμβος επανασυνδέεται, στο νέο δίκτυο πλέον, κάνει την παρουσία του γνωστή με την εγγραφή του σε ένα κόμβο του νέου δικτύου, συνήθως ένα δρομολογητή, τον οποίο ονομάζουμε Foreign Agent. Ο

κινητός κόμβος στη συνέχεια επικοινωνεί με ένα παρόμοιο υπολογιστή στο αρχικό δίκτυο, γνωστός ως Home Agent, δίνοντας του την Care-Of διεύθυνση που έχει στο νέο δίκτυο. Η care-of διεύθυνση δίνει τη διεύθυνση του Foreign Agent. Το ρόλο του Foreign και Home Agent αναλαμβάνουν οι δρομολογητές (Routers).



Σχήμα 2.9: Σενάριο Mobile IP

Σενάριο 1: Αποστολή ενός πακέτου IP από τον Server x σε ένα MN

Έστω ότι ένας Server X επιθυμεί να στείλει ένα IP πακέτο σε ένα MN (Mobile Node). Μια από τις απαιτήσεις στο Mobile IP είναι απόκρυψη της κίνησης στον MN. Έτσι ο Server X δεν χρειάζεται να γνωρίζει τίποτα για την τοποθεσία του MN και στέλνει το πακέτο στη συνηθισμένη IP διεύθυνση του MN (βήμα 1). Αφού το Διαδίκτυο δεν έχει πληροφορίες για την θέση του MN, κατευθύνει το πακέτο στον δρομολογητή που είναι υπεύθυνος για το home network, στον home agent του MN, με τους συνηθισμένους μηχανισμούς δρομολόγησης του Διαδικτύου. Όταν ο home agent παραλαμβάνει το πακέτο, γνωρίζει ότι ο MN δεν βρίσκεται στο home network, έτσι το πακέτο δεν προωθείται στο subnet, αλλά στέλνεται στο Foreign Agent care-of address την οποία ο Home Agent γνωρίζει. Αυτό γίνεται προσθέτοντας ένα νέο header στο πακέτο που

παρουσιάζει τον Foreign Agent σαν παραλήπτη και τον Home Agent σαν αποστολέα (βήμα 2). Στη συνέχεια, ο Foreign Agent αφαιρεί το καινούργιο header και προωθεί το αρχικό πακέτο με παραλήπτη τον MN και αποστολέα τον Server X στο δικό του δίκτυο (βήμα 3). Έτσι για τον MN η κινητικότητα δεν είναι ορατή και παραλαμβάνει τα πακέτα του όπως θα γινόταν σε ένα σταθερό δίκτυο.

Σενάριο 2: Αποστολή ενός πακέτου IP από έναν MN στον Server x

Ο MN στέλνει το πακέτο ως συνήθως με διεύθυνση αποστολέα την δική του και διεύθυνση παραλήπτη, τη διεύθυνση του Server X (βήμα 4). Ο δρομολογητής στον Foreign Agent, λειτουργεί ως συνήθως και προωθεί κανονικά το πακέτο σύμφωνα με τη διεύθυνση παραλήπτη. Αν ο Server X είναι σταθερός, τα υπόλοιπα γίνονται όπως κάθε αποστολή πακέτου στο διαδίκτυο. Αν ο Server X είναι κινητός, θα γίνει η διαδικασία που έχει περιγραφεί πιο πάνω.

Για την υποστήριξη των παραπάνω λειτουργιών του πρωτοκόλλου Mobile IP διαθέτει τις εξής δυνατότητες.

- **Discovery:** Ο mobile node χρησιμοποιεί μια διαδικασία ανακάλυψης πιθανών home και foreign agents.
- **Registration:** Ο mobile node χρησιμοποιεί μια διαδικασία πιστοποίησης της εγγραφής του για την ενημέρωση του home agent στον οποίο ανήκει για την care-of address του.
- **Tunneling:** Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται για να προωθήσει διαγράμματα δεδομένων IP από την αρχική διεύθυνση στη care-of.

Το πρωτόκολλο εγγραφής επικοινωνεί μεταξύ μιας εφαρμογής στον κινητό κόμβο (Mobile Node) και μιας εφαρμογής στον Home Agent, και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιεί πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς. Λόγω του ότι η εγγραφή (Registration), είναι μια απλή συναλλαγή αιτήματος / απάντησης το υπερκείμενο πρωτόκολλο TCP, το οποίο είναι προσανατολισμένο στην επίτευξη-διατήρηση σύνδεσης, δεν χρησιμοποιείται, καθώς η χρήση του User Datagram Protocol, ως πρωτόκολλο μεταφοράς κρίνεται καταλληλότερη.

Η διαδικασία Discovery κάνει χρήση του υπάρχοντος Internet Control Message Protocol (ICMP) προσθέτοντας τις κατάλληλες επεκτάσεις στην επικεφαλίδα του πρωτοκόλλου. Το ICMP θεωρείται κατάλληλο για να φέρει σε πέρας την παραπάνω διαδικασία καθώς είναι πρωτόκολλο το οποίο δεν απαιτεί την ύπαρξη σύνδεσης μεταξύ κόμβων.

Η τελευταία διαδικασία, το Tunneling, εκτελείται στο IP επίπεδο.

Κεφάλαιο 3^ο

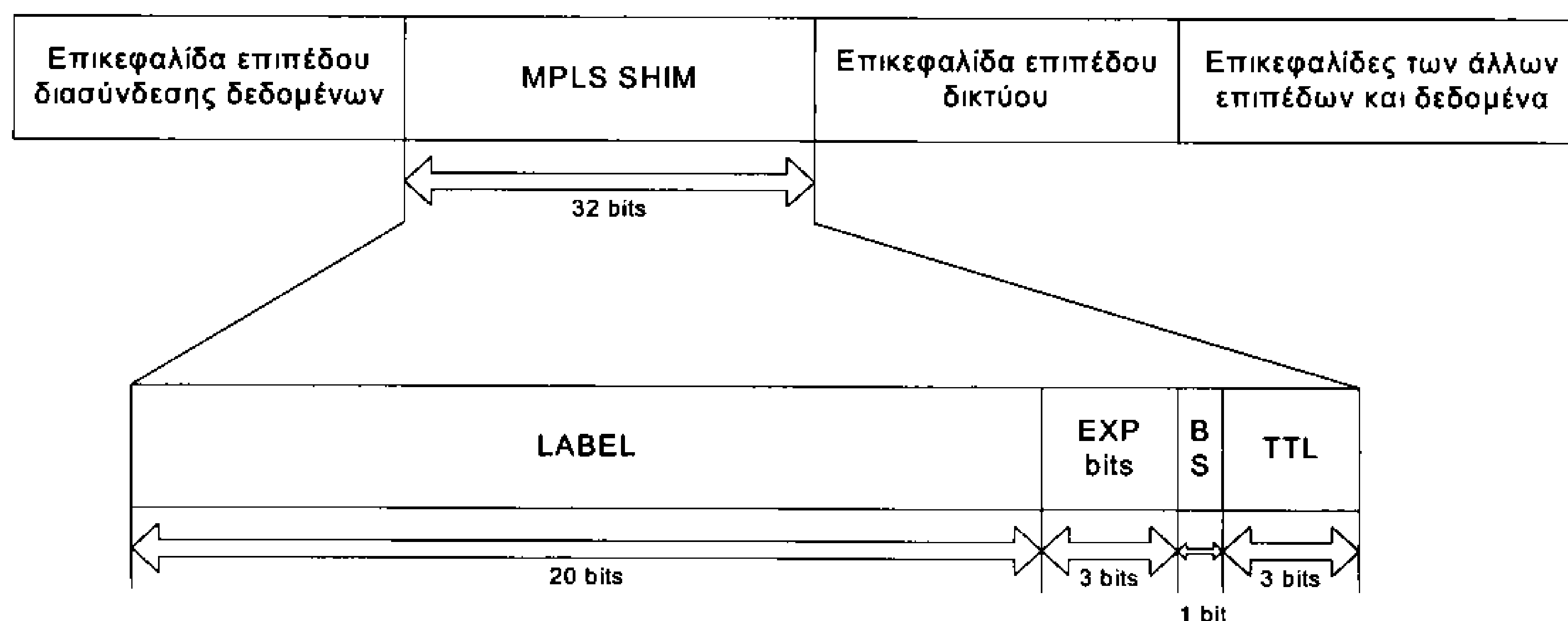
Πρωτόκολλο MPLS

3.1 Εισαγωγή

Στις αρχές του 1997, το IETF εγκαθίδρυσε την ομάδα εργασίας MPLS για να παράγει ένα ενοποιημένο και αλληλεπιδραστικό πρωτόκολλο μεταγωγής πολλαπλών επιπέδων, το πρωτόκολλο Μεταγωγής Ετικέτας Πολλαπλών Πρωτοκόλλων (Multiprotocol Label Switching -MPLS).

Το MPLS είναι ένας μηχανισμός ο οποίος κατευθύνει και μεταφέρει δεδομένα από έναν κόμβο του δικτύου σε έναν άλλο. Μπορεί να εγκαταστήσει με ευκολία εικονικές συνδέσεις μεταξύ απομακρυσμένων κόμβων. Αποδίδει ετικέτες στα πακέτα, οι οποίες περιγράφουν την διαδρομή που θα ακολουθήσουν στο δίκτυο. Επίσης, μπορεί να ενθυλακώσει πακέτα από διαφορετικά πρωτόκολλα δικτύου. Το MPLS δεν χωράει σε κάποιο από τα επίπεδα του μοντέλου OSI, εφόσον σε ένα MPLS δίκτυο βρίσκονται σε λειτουργία τόσο πρωτόκολλα επιπέδου σύνδεσης όσο και επιπέδου δικτύου.

Το MPLS προσθέτει στα πακέτα μια MPLS κεφαλίδα η οποία αποτελείται από μια ή περισσότερες ετικέτες. Αυτή η κεφαλίδα ονομάζεται στοίβα ετικετών. Κάθε ετικέτα της στοίβας αποτελείται από τέσσερα πεδία:



Σχήμα 3.1: Ετικέτα MPLS πρωτοκόλλου

- Τιμή ετικέτας (20 bit)
- Experimental bits (3 bit), τα οποία χρησιμοποιούνται για ποιότητα υπηρεσίας
- Bottom of Stag flag (1 bit), αν είναι 1 τότε η ετικέτα είναι η τελευταία της στοίβας
- TTL bits (3 bit)

Η ετικέτα λαμβάνει ακέραιες τιμές από 0 ως 1048575. Κάποιες ετικέτες είναι δεσμευμένες (0 ως 15) και εκτελούν κάποια ιδιαίτερη λειτουργία.

Οι κόμβοι εισόδου και εξόδου ενός πακέτου στο MPLS δίκτυο ονομάζονται οριακοί δρομολογητές (Label Edge Routers/LERs), και είναι αυτοί που αποδίδουν μια ετικέτα κατά την είσοδο του πακέτου και την αφαιρούν κατά την έξοδο του αντίστοιχα. Οι δρομολογητές οι οποίοι δρομολογούν ένα πακέτο σύμφωνα με την MPLS ετικέτα ονομάζονται δρομολογητές μεταγωγής ετικέτας (Label Switch Routers/LSRs). Οι ετικέτες διανέμονται μεταξύ των LERs και των LSRs, με την βοήθεια ενός πρωτοκόλλου διανομής ετικετών, με σκοπό την δημιουργία μιας διαδρομής (Label Switched Path/LSP). Ένα LSP είναι μια σειρά από LSRs οι οποίοι μεταγάγουν ένα επισημασμένο πακέτο μέσω του MPLS δικτύου ή σε ένα μέρος αυτού.

Γενικότερα η κατηγοριοποίηση της κυκλοφορίας και τοποθέτηση των ετικετών καθορίζει αν η κυκλοφορία είναι μια ροή μεγάλης διάρκειας, υλοποιεί πολιτικές διαχείρισης και ελέγχους πρόσβασης και συναθροίζει την κυκλοφορία σε μεγαλύτερες ροές.

Όταν ένα IP πακέτο μπαίνει στο MPLS δίκτυο, ο οριακός δρομολογητής εισαγωγής επεξεργάζεται το πακέτο και του αποδίδει μια ετικέτα σύμφωνα με την διεύθυνση προορισμού του. Όσο το πακέτο κινείται εντός του MPLS δικτύου, η προώθηση του θα γίνεται σύμφωνα με την ετικέτα και όχι με την διεύθυνση IP. Κάθε LSR που λαμβάνει το πακέτο διαβάζει την ετικέτα και σύμφωνα με τον πίνακα προώθησης του την αντικαθιστά και προωθεί το πακέτο στον επόμενο LSR. Όταν το πακέτο φθάσει στον οριακό δρομολογητή εξόδου, η ετικέτα αφαιρείται και η προώθηση του πακέτου γίνεται πλέον βάση της IP διεύθυνσης του.

Κάποιες σημαντικές εφαρμογές του MPLS είναι το Traffic Engineering, MPLS DIFFSERV, το MPLS VPN και το VPLS.

3.2 Traffic Engineering

Η διαδικασία ελέγχου του μονοπατιού μέσα από το οποίο διακινείται η κίνηση στο δίκτυο καλείται Traffic Engineering –TE. Υπάρχουν πολλοί λόγοι γιατί οι διαχειριστές δικτύων επιθυμούν να επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά ενός μονοπατιού, ένας από τους οποίους είναι η βελτιστοποίηση της χρήσης των δικτυακών πόρων. Ο σκοπός είναι απλός: **αποφυγή της κατάστασης όπου ορισμένα τμήματα του δικτύου παρουσιάζουν συμφόρηση όταν άλλα υποχρησιμοποιούνται.** Άλλοι σημαντικοί λόγοι είναι το μονοπάτι να διαθέτει ορισμένους περιορισμούς –constraints (παράδειγμα να μην κάνει χρήση συνδέσμων μεγάλης καθυστέρησης), ώστε σε περιπτώσεις κατάρρευσης γραμμής να εξασφαλίζεται δίκαιη προτεραιότητα κατά τη διανομή της κίνησης. Μέσα από τη διαδικασία αυτή του Traffic Engineering προσφέρονται νέες υπηρεσίες με εκτεταμένες εγγυήσεις ποιότητας υπηρεσιών, ενώ μειώνονται οι επενδύσεις σε νέους δικτυακούς πόρους, όπως εύρος ζώνης, μέσω της βελτιστοποίησης της χρήσης ήδη υπάρχοντων. Έχει αποδειχθεί στη πράξη ότι η τεχνολογία του MPLS, και κατ' επέκταση ο διάδοχος του το Generalized, προσφέρουν την απαιτούμενη επιχειρησιακή ευελιξία ταυτόχρονα με την απλότητα για την υλοποίηση πολύπλοκων πολιτικών TE.

Ανεξάρτητα με το όποιο σενάριο κίνησης απαιτηθεί σε ένα MPLS δίκτυο, ο μηχανισμός του Traffic Engineering υλοποιείται σε δύο στάδια: υπολογισμός του μονοπατιού που ικανοποιεί ένα σύνολο από constraints, και προώθηση της κίνησης μέσα από αυτό το μονοπάτι. Το MPLS–TE χρησιμοποιεί LSP priorities ώστε να μαρκάρει κάποια Label Switched Paths ως περισσότερο σημαντικά σε σχέση με κάποια άλλα, ώστε τα πρώτα να δεσμεύσουν πόρους από τα τελευταία. Μέσα από αυτό εξασφαλίζονται τα ακόλουθα:

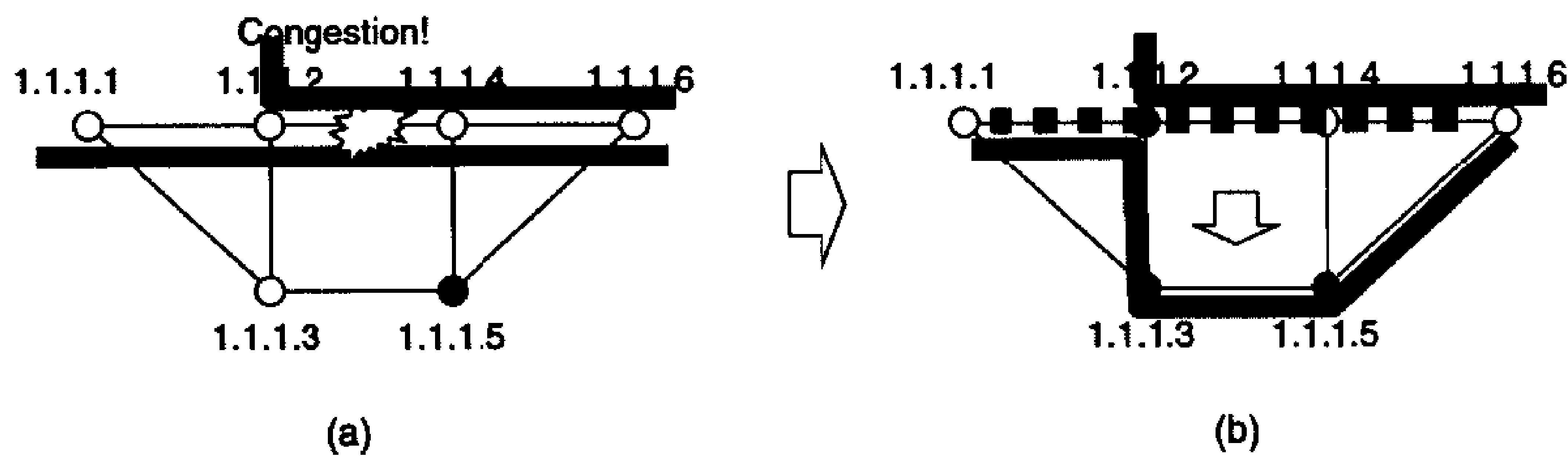
- Σε περίπτωση απουσίας των περισσότερο σημαντικών LSP's, οι πόροι μπορούν να δεσμευτούν από τα λιγότερο σημαντικά.
- Ένα σημαντικό LSP εγκαθιδρύεται πάντα μέσα από το συντομότερο μονοπάτι που ικανοποιεί τους περιορισμούς, ανεξάρτητα από υπάρχουσες δεσμεύσεις.

- Όταν LSP's χρειάζεται να αλλάξουν μονοπάτι, ύστερα από κατάρρευση γραμμής, τα περισσότερο σημαντικά από αυτά έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να ανακαλύψουν το εναλλακτικό μονοπάτι.

Όσον αφορά τις προτεραιότητες των LSP's το MPLS-TE καθορίζει 8 επίπεδα, με το 0 ως το βέλτιστο και το 7 ως το χειρότερης προτεραιότητας. Ένα LSP διαθέτει δύο priorities: το **setup priority** και το **hold priority**. Ο πρώτος τύπος προτεραιότητας είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο των πόρων τη στιγμή που ένα μονοπάτι εγκαθιδρύεται, ενώ ο δεύτερος πραγματοποιεί έλεγχο της πρόσβασης στους πόρους σε ένα LSP που έχει ήδη εγκαθιδρυθεί. Όταν ένα μονοπάτι αρχικοποιείται εάν δεν υπάρχουν διαθέσιμα αρκετά resources, το setup priority του νέου LSP συγκρίνεται με το hold priority των ήδη υπάρχοντων μονοπατιών που κάνουν χρήση των πόρων στο δίκτυο, ώστε να διαπιστωθεί αν πράγματι μπορεί να κάνει preempt τα υπάρχοντα LSP's και να πάρει τους πόρους τους. Εάν κάτι τέτοιο επιτευχθεί τα υπόλοιπα LSP's αποτρέπονται. Έχει αποδειχθεί μάλιστα ότι αναθέτοντας ένα σημαντικό hold priority, έστω 0, και ένα λιγότερο σημαντικό setup priority, έστω 7, σε ένα LSP, κάτι τέτοιο εξασφαλίζει δικτυακή σταθερότητα. Αυτό είναι το αποτέλεσμα του ανταγωνισμού των μονοπατιών για πόρους σε ένα δικτυακό περιβάλλον, ιδιαίτερα μάλιστα ύστερα από περιπτώσεις αστοχίας όπως κατάρρευση γραμμής.

Στο IGP(Interior Gateway Protocol) σύνολο πρωτοκόλλων, όπως στο **OSPF(Open Shortest Path First)** ή **IS-IS (Intermediate System to Intermediate System)**, ένα μονοπάτι επιλέγεται με τέτοιο τρόπο ώστε το άθροισμα του συνολικού κόστους που κατανέμεται σε κάθε σύνδεσμο να είναι το ελάχιστο. Το μονοπάτι αυτό δεν αλλάζει ακόμη και όταν οι συνθήκες κίνησης στο δίκτυο αλλάξουν, και τα πακέτα μεταφέρονται κατά μήκος του ακόμη και με τη παρουσία συμφόρησης. Στο σχήμα 3.2(α) διακρίνουμε ένα παράδειγμα όπου κίνηση από τον δρομολογητή 1. 1. 1. 2 στον δρομολογητή 1. 1. 1. 6, και αντίστοιχα από τον 1. 1. 1. 4 στον 1. 1. 1. 6, συγκρούονται, δημιουργώντας συμφόρηση. Σε αυτή τη περίπτωση είναι εφικτό να αποφύγουμε τη δημιουργία αυτής της συμφόρησης με το να αλλάξουμε το μονοπάτι από τον 1. 1. 1. 1 router στον 1. 1. 1. 6 όπως φαίνεται στο σχήμα 3.2(β). Επειδή ωστόσο η δρομολόγηση στα **IGP(interior gateway protocol)** πρωτόκολλα καθορίζεται από τη διεύθυνση προορισμού των πακέτων, είναι αδύνατον να αλλάξουμε το μονοπάτι των πακέτων με την ίδια διεύθυνση παραλήπτη. Στο IGP δεν

υπάρχει καμία λειτουργικότητα να γίνεται αλλαγή της πορείας του μονοπατιού δυναμικά σε εξάρτηση με τις συνθήκες κίνησης στο δίκτυο, ακόμη και όταν υπάρχει συμφόρηση σε ένα σύνδεσμο και τα πακέτα ακολουθούν το συντομότερο μονοπάτι. Έτσι η διαδικασία της μεταγωγής μονοπατιού ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι συγκυρίες κυκλοφορίας στο δίκτυο, τεχνική που καλείται όπως είπαμε Traffic Engineering, είναι αδύνατη στο συγκεκριμένο πρωτόκολλο.



Σχήμα 3.2: Διαχειριστικά προβλήματα του IGP

3.3 MPLS DIFFSERV-TE

Στην προηγούμενη ενότητα είδαμε πώς ο μηχανισμός MPLS-TE επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν μονοπάτια από σημείο – σε – σημείο μέσα στο δίκτυο με δεσμεύσεις εύρους ζώνης. Κάτι τέτοιο εγγυάται οι διαθέσιμοι πόροι που θα μεταφέρουν την όλη κίνηση θα είναι μικρότεροι ή ίσοι αυτών των δεσμεύσεων. Ένα σημαντικό μειονέκτημα, ωστόσο, του μοντέλου MPLS-TE είναι ότι δεν είναι ενήμερο των διαφορετικών κλάσεων DiffServ, που λειτουργούν στο συνολικό επίπεδο. Το συγκεκριμένο κείμενο κάνει μια μικρή εισαγωγή στο DiffServ ενημερωμένο MPLS-TE, που επεκτείνει το προηγούμενο μοντέλο με το να επιτρέπει στις δεσμεύσεις αυτές του εύρους ζώνης να μεταφέρονται στο δίκτυο ανά επίπεδο κλάσεων. Το αποτέλεσμα είναι η ικανότητα του δικτύου να αποδίδει αυστηρές QoS εγγυήσεις, καθώς και βέλτιστη χρήση των πόρων του. Αυτό με τη σειρά του δίνει τη δυνατότητα στους διαχειριστές δικτύων να προσφέρουν υπηρεσίες με υψηλή

απαίτηση σε πόρους, όπως φωνή, κινούμενη εικόνα, και σε τελική ανάλυση την ενοποίηση και σύγκλιση των πεδίων λειτουργικότητας.

Οι σύγχρονες και πλέον απαιτητικές υπηρεσίες IP ζητούν αυστηρότερα επίπεδα SLA's –Service Layer Agreements, από ότι στα παραδοσιακά IP/MPLS δίκτυα. Τα SLA's ορίζουν την ποιότητα υπηρεσιών που διασταθμίζεται ανάλογα με τη συμπεριφορά κίνησης στο δίκτυο, και εκφράζεται με όρους όπως καθυστέρηση, διακύμανση καθυστέρησης (jitter), εγγυήσεις εύρους ζώνης και τεχνικές αποκατάστασης. Οι απαιτήσεις των SLA's μεταφράζονται σε δύο συνθήκες: (α) διαφορετικό χρονοπρογραμματισμό, πολιτικές ουράς, και συμπεριφορά απόρριψης πακέτων και (β) εγγυήσεις εύρους ζώνης βασισμένες σε κατηγορίες εφαρμογών. Βέβαια σε πρακτικό επίπεδο, με το να μαρκάρουν οι διαχειριστές δικτύων τις διάφορες εφαρμογές σε ξεχωριστές κλάσεις ποιότητας υπηρεσιών, ειδικά όταν η κίνηση ακολουθεί ένα συμφορημένο μονοπάτι δημιουργούνται διάφορα ζητήματα που θίγουν παραδοσιακές αντιλήψεις και στερεότυπα. Μία εξ αυτών είναι ότι για να λυθεί η συμφόρηση πρέπει να 'ρίξουμε' περισσότερο bandwidth σε περιπτώσεις κατάρρευσης κόμβου ή και γραμμής. Κάτι τέτοιο αποδεικνύεται από σύγχρονες πρακτικές ότι κάθε άλλο παρά δίνει λύσεις. Λύση είναι η έξυπνη διαχείριση των διαθέσιμων πόρων, οι τεχνικές προστασίας των LSP's, οι μηχανισμοί reroute και το αυξημένο provisioning.

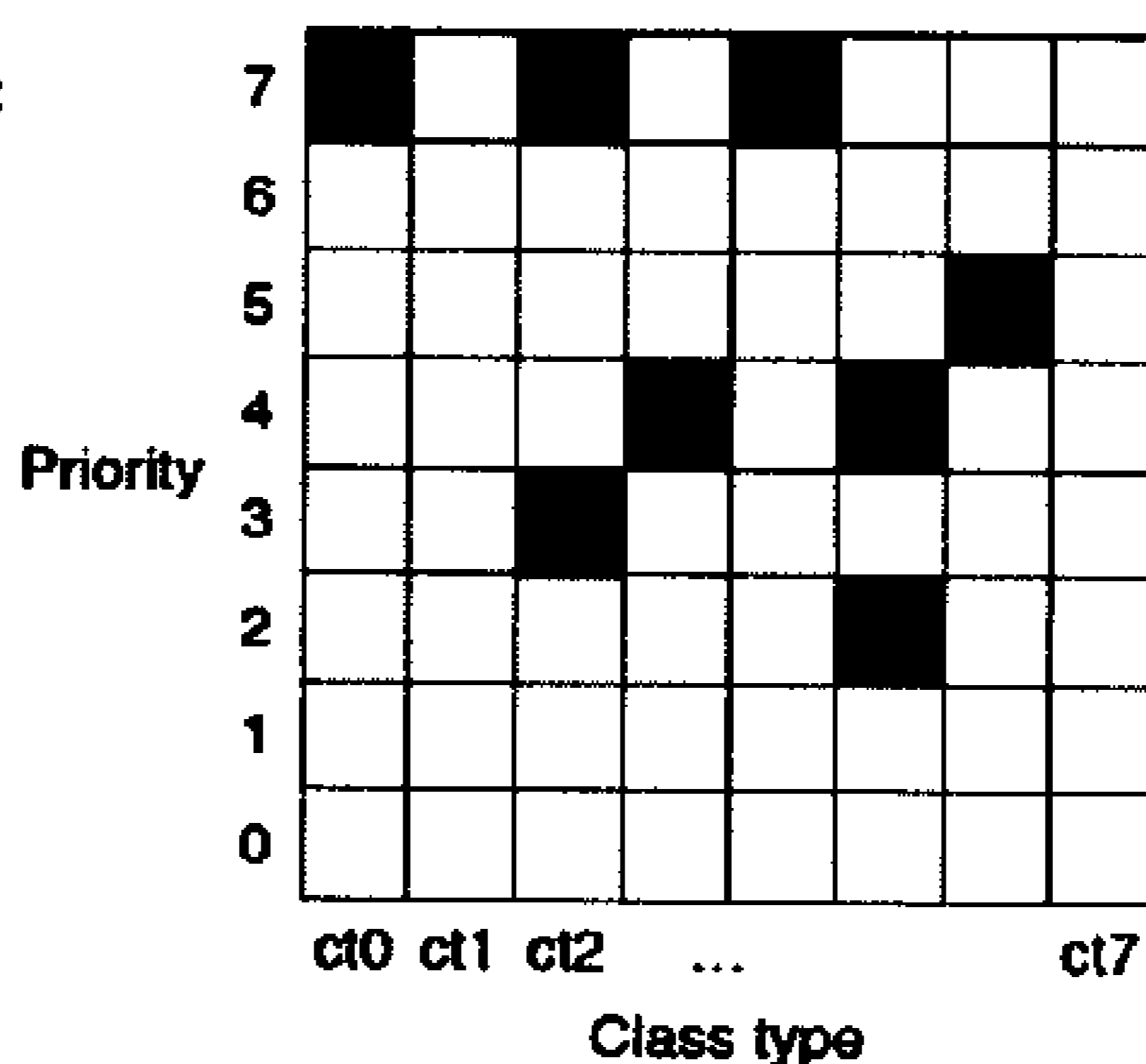
Στο μοντέλο DiffServ συναντάμε δύο τύπους κίνησης: best effort και guaranteed bandwidth. Το guaranteed bandwidth πρέπει να είναι συμβατό με ένα δεδομένο SLA. Ο σκοπός είναι να προσφέρουμε το απαιτούμενο επίπεδο υπηρεσιών στο εγγυημένο εύρος ζώνης και ταυτόχρονα να κάνουμε traffic engineering στη best-effort κίνηση. Η βασική απαίτηση του DiffServ-TE είναι να αντιστοιχούμε ξεχωριστές δεσμεύσεις εύρους ζώνης σε ξεχωριστές κλάσεις κίνησης. Για το σκοπό της αποθήκευσης του διαθέσιμου bandwidth για κάθε τύπο κίνησης το RFC3564 εισάγει την έννοια του τύπου κλάσης class type –CT. Επειδή το PHB –Per Hop Behavior καθορίζεται από τη προτεραιότητα ουράς και απόρριψης, ένα CT μπορεί να μεταφέρει κίνηση από περισσότερα από μία DiffServ κλάση υπηρεσιών. Μια πιθανή υλοποίηση είναι να αντιστοιχίζεται η κίνηση που μοιράζεται την ίδια συμπεριφορά χρονοπρογραμματισμού στο ίδιο CT. Τα IETF standards υποστηρίζουν μέχρι και 8

CT's αναφερόμενα από CT0 ως CT7. Κατά σύμβαση η best-effort κίνηση αντιστοιχίζεται στο CT0.

Στη προηγούμενη ενότητα είδαμε πως το CSPF υπολογίζει ένα μονοπάτι που συμμορφώνεται με καθοριζόμενα από το χρήστη constraints, όπως εύρος ζώνης και χαρακτηριστικά συνδέσμων. Το DiffServ-TE προσθέτει το διαθέσιμο bandwidth σε κάθε ένα από τα 8 CT's ως ένα δεδομένο περιορισμό που μπορεί να εφαρμοσθεί σε ένα μονοπάτι. Για να επιτευχθεί ο υπολογισμός του μονοπατιού το διαθέσιμο bandwidth ανά CT σε όλα τα επίπεδα προτεραιότητας πρέπει να είναι γνωστό για κάθε γραμμή. Αυτό σημαίνει ότι τα link-state IGP πρωτόκολλα οφείλουν να διαφημίζουν το διαθέσιμο εύρος ζώνης ανά CT σε κάθε priority level σε κάθε γραμμή. Εφόσον υπάρχουν 8 επίπεδα προτεραιότητας και 8 CT's, συνολικά θα πρέπει να διαφημίζονται 64 τιμές από τα link-state protocols. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι για λόγους απλότητας και εξοικονόμησης χρόνου, το IETF αποφάσισε να περιορίσει τον αριθμό των advertisements σε 8, και αυτά φαίνονται με τα σκιασμένα κελιά στο σχήμα 3.3.

The TE-classes are:

- TE0 (ct0, 7)
- TE1 (ct2, 7)
- TE2 (ct4, 7)
- TE3 (ct6, 5)
- TE4 (ct3, 4)
- TE5 (ct5, 4)
- TE6 (ct2, 3)
- TE7 (ct5, 2)



Σχήμα 3.3: Διαλογή 8 TE κλάσεων από 64 συνολικούς συνδυασμούς

Στην συνέχεια αφού το μονοπάτι εγκατασταθεί σηματοδοτείται. Αναγκαίες επεκτάσεις στα ήδη υπάρχοντα πρωτόκολλα σηματοδοσίας είναι απαραίτητα, όπως το RSVP-TE και CR-LDP, έτσι ώστε να δημιουργούνται μονοπάτια με δεσμεύσεις εύρους ζώνης ανά CT. Η CT πληροφορία για ένα LSP μεταφέρεται στο πεδίο Class

Type Object μέσα στο RSVP path μήνυμα, και καθορίζει το CT από το οποίο απαιτείται η δέσμευση εύρους ζώνης. Βεβαίως το ερώτημα που τίθεται είναι πώς υπολογίζεται το διαθέσιμο bandwidth για κάθε απαιτούμενο Class Type. Γι'αυτό το θέμα έχουν προταθεί διάφοροι μηχανισμοί –μοντέλα όπως:

- **Maximum Allocation Model (MAM).** Το πλεονέκτημα του MAM είναι ότι απομονώνει εντελώς διαφορετικά CT's. Γι'αυτό ακριβώς οι προτεραιότητες δεν λαμβάνονται υπόψη ανάμεσα σε LSP's που μεταφέρουν κίνηση από διαφορετικά CT's. Ο υπολογισμός του bandwidth γίνεται ως εξής: Για το CT_n με προτεραιότητα p , αφαιρείται από το εύρος ζώνης που κατανέμεται στο CT_n το άθροισμα όλων των bandwidth που κατανέμονται για τα LSP's των CT_n σε όλα επίπεδα προτεραιότητας που είναι καλλίτερα ή ίσα με το p . Το πρόβλημα με το μηχανισμό αυτό είναι ότι επειδή είναι αδύνατο να μοιραστούμε αχρησιμοποίητο εύρος ζώνης μεταξύ των CT's, το bandwidth μπορεί να σπαταλιέται αντί να χρησιμοποιείται για τη μεταφορά των άλλων CT.

- **Russian Dolls Model (RDM).** Το συγκεκριμένο μοντέλο βελτιώνει την αποτελεσματικότητα εύρους ζώνης του MAM με το να επιτρέπει CT's να μοιράζονται το bandwidth. Το CT7 αντιστοιχεί στην κίνηση με τις αυστηρότερες QoS απαιτήσεις και το CT0 είναι η best-effort κίνηση. Ο βαθμός της κοινής χρήσης του bandwidth κυμαίνεται ανάμεσα σε δύο άκρα :Από τη μια το BC7 είναι ένα σταθερό ποσοστό του εύρους ζώνης γραμμής που δεσμεύεται για κίνηση από το CT7 μόνο. Από την άλλη το BC0 αντιπροσωπεύει ολόκληρο το link bandwidth και μοιράζεται από όλα τα CT's. Ανάμεσα σε αυτά τα δύο διακρίνουμε διάφορες διαβαθμίσεις όπως το BC6, BC5 κτλ.

3.4 VPN

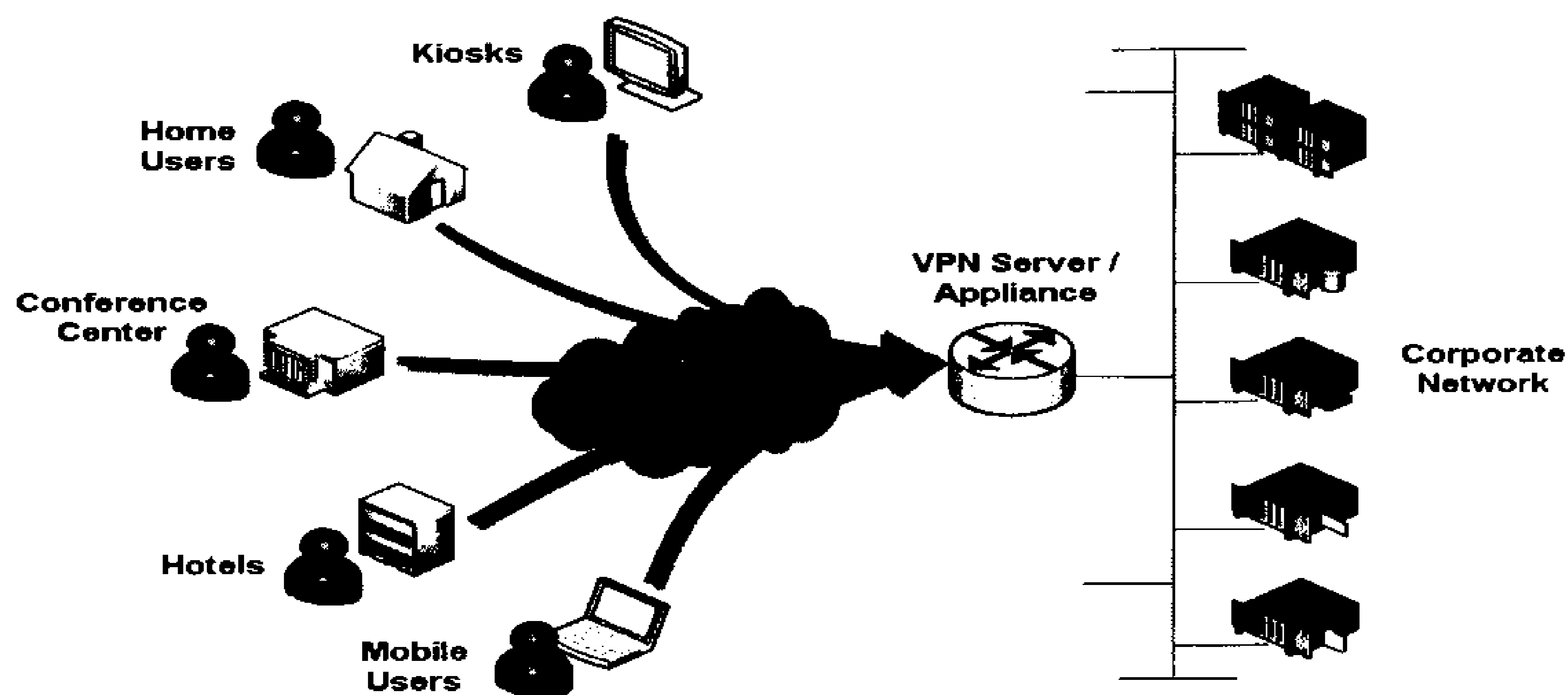
Με τον όρο VPN αναφερόμαστε σε ένα ιδιωτικό δίκτυο που κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα υποδομή ενός δημόσιου δικτύου όπως είναι το Internet.

Μπορούμε να χωρίσουμε το VPN σε τρεις κατηγορίες

- Remote Access (απομακρυσμένης πρόσβασης): η πρόσβαση από απομακρυσμένους χρήστες στο δίκτυο της επιχείρησης.
- Intranet: συνδέουν σταθερά σημεία, παρακλάδια και γραφεία σπιτιών με το WAN της επιχείρησης.
- Extranet: επεκτείνουν στους διαφόρους συνεργάτες της επιχείρησης την περιορισμένη πρόσβαση στους υπολογιστικούς της πόρους

3.4.1 Remote Access VPN

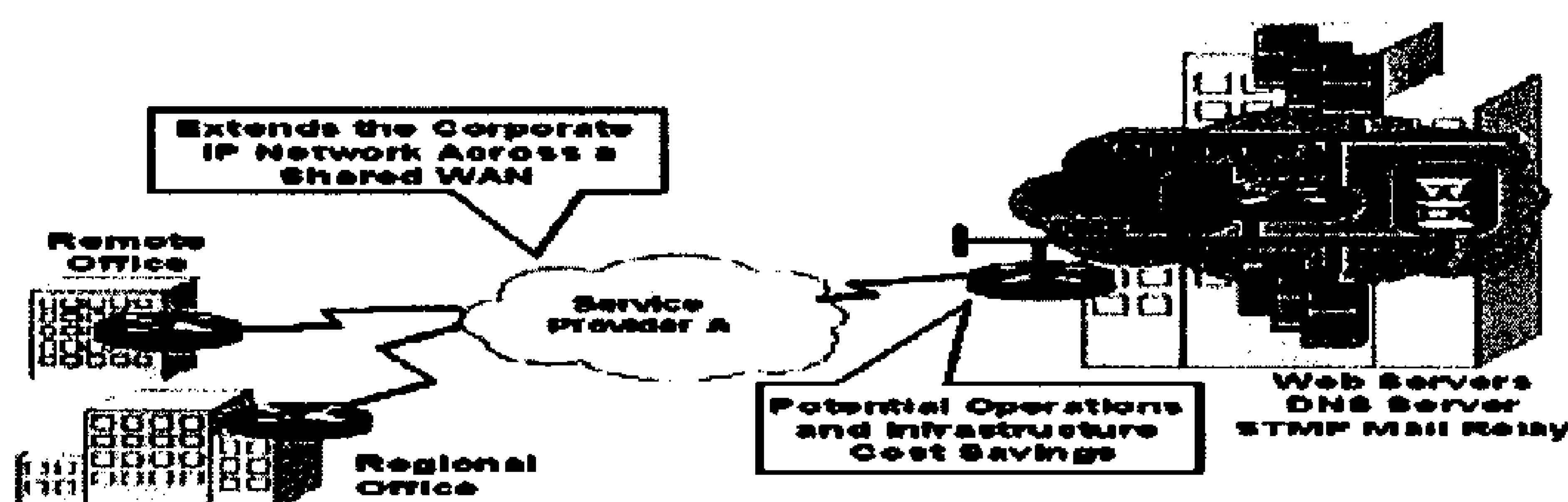
Τα VPN απομακρυσμένης πρόσβασης επιτρέπουν σε απομακρυσμένους χρήστες τη δυνατότητα σύνδεσης τους με τα κεντρικά γραφεία της εταιρείας μέσω ενός tunnel κρυπτογράφησης δεδομένων. Η δημιουργία του tunnel κρυπτογράφησης δεδομένων μπορεί να γίνει με ειδικό λογισμικό εγκατεστημένο στον εξοπλισμό του χρήστη. Στην άλλη άκρη του tunnel υπάρχει μια οντότητα που αποτελεί είσοδο στο ιδιωτικό δίκτυο της εταιρείας που μπορεί να είναι και αυτό ένα VPN.



Σχήμα 3.4 : Remote Access VPN

3.4.2 Intranet VPN

Τα intranet VPNs έχουν ως στόχο την διασύνδεση των κεντρικών γραφείων μίας επιχείρησης με τα απομακρυσμένα σημεία αυτής. Κύριος στόχος της συγκεκριμένης υλοποίησης είναι η ύπαρξη κεντρικού ελέγχου της υποδομής της εταιρείας. Έτσι τα απομακρυσμένα σημεία χρησιμοποιούν την υποδομή (εφαρμογές λογιστικής, αποθήκης, ανθρώπινων πόρων, μισθοδοσίας, ή άλλες εξειδικευμένες εφαρμογές) άμεσα από τα κεντρικά σημεία της επιχείρησης. Σε αυτού του είδους τις εφαρμογές ανήκει και η ενδοεταιρική τηλεφωνία, επιτρέποντας την επικοινωνία μεταξύ όλων αυτών των σημείων με εσωτερικές κλήσεις. Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι το στήσιμο είναι εύκολο ενώ το κύριο μειονέκτημά της είναι ότι δεν υπάρχει εγγύηση στην προσφερόμενη υπηρεσία.

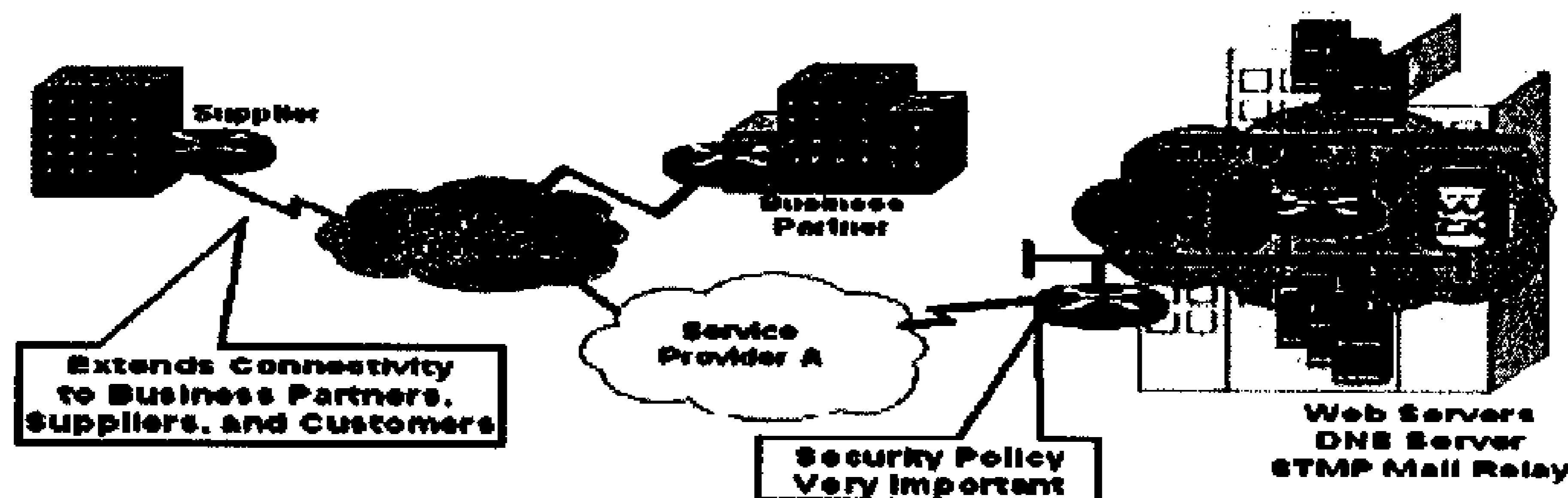


Σχήμα 3.5 : Intranet VPN

3.4.3 Extranet VPN

Κατά την υλοποίηση των extranet VPNs υπάρχει επέκταση του ιδεατού δικτύου και σε εξωτερικούς συνεργάτες της επιχείρησης (όπως προμηθευτές, πελάτες). Θα πρέπει να τονιστεί ότι η παρούσα τοπολογία είναι παρόμοια με αυτή του intranet. Έτσι ενώ η λειτουργικότητα παραμένει η ίδια η βασική διαφορά μεταξύ extranet και intranet VPN είναι τα επίπεδα πρόσβασης των συνεργατών στους πόρους της επιχείρησης πράγμα που καθορίζεται από την πολιτική διαχείρισης. Η τηλεφωνία μεταξύ των εταιρειών, μέσω του VPN, εφαρμόζεται και εδώ, προσφέροντας μηδενικό

κόστος για την επικοινωνία μεταξύ των εταιρειών που συμμετέχουν στο Ιδεατό Ιδιωτικό Δίκτυο.



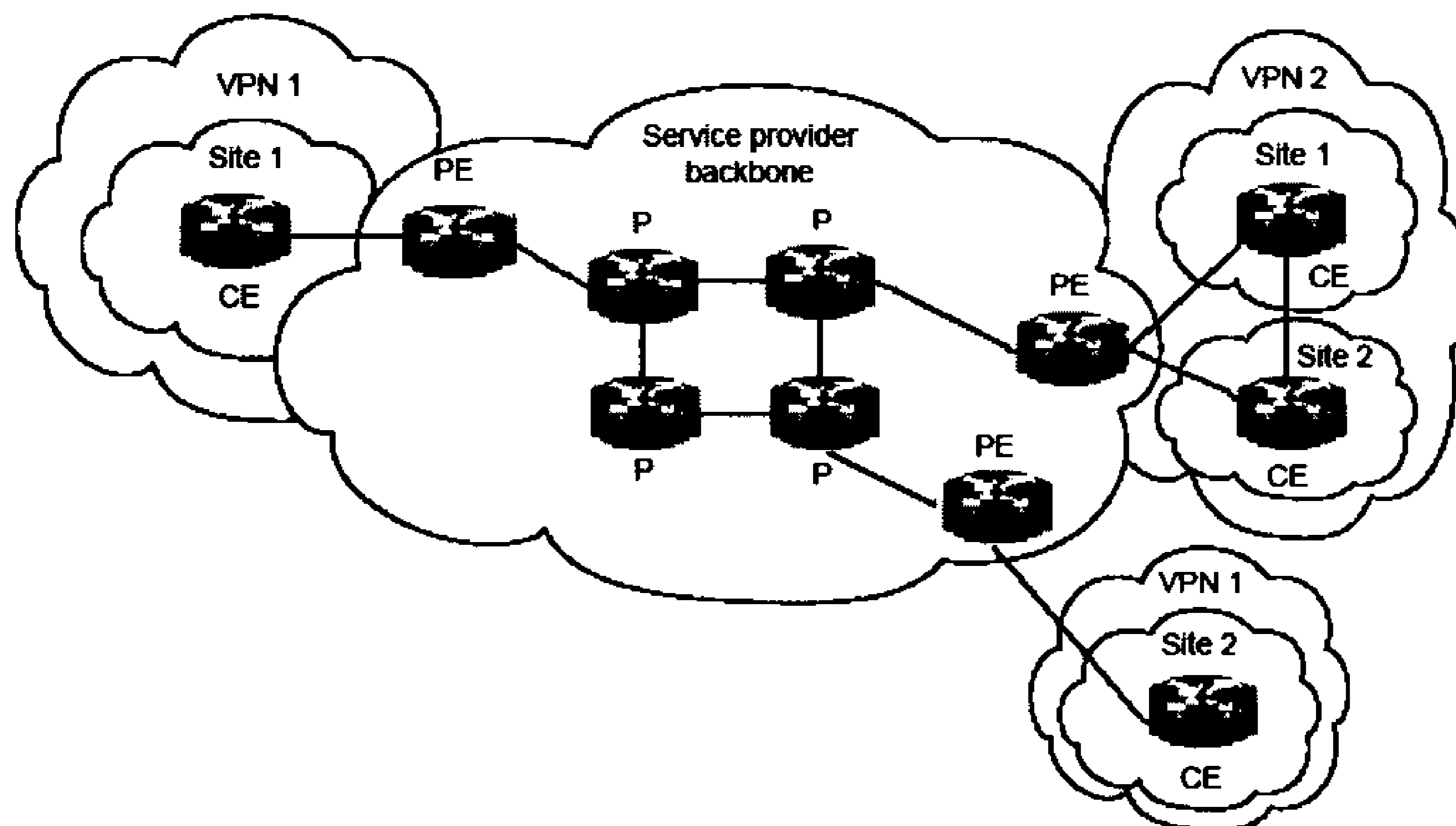
Σχήμα 3.6 : Extranet VPN

3.4.4 VPN over MPLS

Στα MPLS VPNs, ο πάροχος αναθέτει σε κάθε VPN ένα μοναδικό αναγνωριστή (Distinguisher) που ονομάζεται αναγνωριστής διαδρομής (RD - Route Distinguisher) και είναι διαφορετικός για κάθε intranet και extranet εντός του δικτύου του παρόχου. Οι πίνακες προώθησης ,που δημιουργούνται συνδέοντας τον RD με την IP διεύθυνση του πελάτη, περιέχουν μοναδικές διευθύνσεις που ονομάζονται VPN-IP διευθύνσεις.

Στα MPLS VPNs συναντούμε τρία διαφορετικά είδη δρομολογητών

- Δρομολογητές CE (customer edge): οι δρομολογητές αυτοί συνδέονται με τις τοποθεσίες του πελάτη και συνήθως ανήκουν σε αυτόν.
- Δρομολογητές PE (provider edge): οι δρομολογητές αυτοί αποτελούν τα σημεία εισόδου και εξόδου των VPNs και τους διαχειρίζεται ο πάροχος. Αποτελούν το πιο σημαντικό τμήμα στη λογική των MPLS VPNs.
- Δρομολογητές P (provider): οι δρομολογητές αυτοί αποτελούν το δίκτυο κορμού του παρόχου και ανήκουν και αυτοί διαχειριστικά σε αυτόν. Ο κύριος σκοπός τους είναι η προώθηση των MPLS ετικετών προς τους PE routers.



Σχήμα 3.7 : VPN over MPLS

Όπως φαίνεται και στο προηγούμενο σχήμα το δίκτυο του παρόχου αποτελείται από δρομολογητές (P και PE). Τέσσερα sites συνδέονται στο δίκτυο κορμού του παρόχου εκ των οποίων δύο ανήκουν στο VPN1 και τα άλλα δύο στο VPN2. Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειώσουμε ότι υπάρχει πιθανότητα ένα site να ανήκει σε δύο VPNs. Όπως αναφέραμε και πιο πάνω οι PE δρομολογητές αποτελούν τα σημεία εισόδου και εξόδου των VPNs δηλαδή διαμοιράζουν τις πληροφορίες δρομολόγησης και ενημερώνουν τους πίνακες δρομολόγησης που ανήκουν σε κάθε VPN. Η μεταφορά αυτών των πληροφοριών μεταξύ των δρομολογητών PE γίνεται με τη χρήση του πρωτοκόλλου BGP. Με τη χρήση του MPLS ανταλλάσσουν MPLS ετικέτες και έτσι είναι δυνατό κάθε στιγμή, κάποιο μέλος ενός VPN που είναι συνδεδεμένο με ένα δρομολογητή PE να επικοινωνήσει με οποιοδήποτε άλλο μέλος του ίδιου VPN και ας είναι συνδεδεμένο σε κάποιο άλλο PE. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα μέσω του πρωτοκόλλου BGP να επιτρέπεται ή να απαγορεύεται η πρόσβαση από και προς συγκεκριμένα μέλη ενός VPN. Οι P δρομολογητές δε συμμετέχουν στη δρομολόγηση των VPNs αλλά πραγματοποιούν την προώθηση για τα MPLS LSPs που μεταφέρουν αυτή την κυκλοφορία. Ο παροχέας και όχι ο πελάτης συσχετίζει ένα VPN με κάθε interface όταν παρέχεται το VPN. Το VPN δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τρίτους προσπαθώντας να ξεγελάσουν μία ροή ή κάποιο πακέτο καθώς εντός του δικτύου του παρόχου οι RDs σχετίζονται σε κάθε πακέτο. Οι χρήστες μπορούν να συμμετάσχουν σε ένα VPN (Intranet ή Extranet)

μόνο αν ανήκουν στο σωστό φυσικό port και αν έχουν το κατάλληλο RD. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να καθιστά την είσοδο στα MPLS VPNs αδύνατη.

Οι πίνακες προώθησης VPN-IP περιέχουν ετικέτες που αντιστοιχούν σε IP διευθύνσεις. Αυτές οι ετικέτες δρομολογούν την κυκλοφορία σε κάθε τοποθεσία ενός VPN. Έτσι για να μεταδοθεί η κυκλοφορία μέσω του δικτύου του παρόχου δεν απαιτείται μετάφραση της δικτυακής διεύθυνσης του πελάτη (NAT) καθώς χρησιμοποιούνται ετικέτες αντί για IP διευθύνσεις. Στο εισερχόμενο interface το switch επιλέγει ένα συγκεκριμένο πίνακα προώθησης ο οποίος περιέχει μόνο έγκυρους προορισμούς VPN σύμφωνα με το BGP πρωτόκολλο.

Τα MPLS VPN επιτρέπουν στους παρόχους υπηρεσιών να αναπτύσσουν κλιμακώσιμα VPNs και δημιουργούν τη βάση για την παροχή υπηρεσιών. Τέτοιες υπηρεσίες είναι οι εξής:

- Κεντρικοποιημένη υπηρεσία: Η δημιουργία των MPLS VPNs επιτρέπει τη μεταφορά υπηρεσιών που κατευθύνονται προς μία ομάδα χρηστών που εξυπηρετείται από ένα VPN.
- Ευκολία δημιουργίας: Επειδή τα MPLS VPNs είναι χωρίς σύνδεση, δεν απαιτούνται ειδικές τοπολογίες με σημείο προς σημείο συνδέσεις. Έτσι μπορεί να προστεθούν τοποθεσίες σε intranets και extranets και να σχηματιστούν κλειστές ομάδες χρηστών.
- Υπηρεσία χωρίς σύνδεση
- Ευέλικτη διευθυνσιοδότηση: Τα MPLS VPNs επιτρέπουν στους πελάτες να χρησιμοποιούν τις υπάρχουσες διευθύνσεις χωρίς την απαίτηση του NAT.
- Ασφάλεια: Πακέτα από ένα VPN δε μεταβαίνουν χωρίς έλεγχο σε κάποιο άλλο. Η ασφάλεια παρέχεται:
 - Στην άκρη του δικτύου του παρόχου εξασφαλίζοντας ότι τα πακέτα που λαμβάνονται από ένα πελάτη τοποθετούνται στο σωστό VPN.
 - Στο δίκτυο κορμού η VPN κυκλοφορία διατηρείται διαχωρισμένη.

Όσον αφορά το τομέα της ασφάλειας σε ένα MPLS VPN μπορούμε να λάβουμε τα εξής μέτρα:

- Πρέπει αρχικά να εξασφαλίσουμε ότι τα δεδομένα μεταφέρονται στον αρχικό προορισμό VPN και ότι δε θα υπάρχει κάποια διαρροή εκτός του VPN αυτού.

Έτσι στον ακραίο δρομολογητή εισόδου στο δίκτυο του παρόχου σε όλα τα δεδομένα ενός VPN ανατίθεται μία στοίβα ετικετών που είναι μοναδική για το προορισμό του VPN.

- Έτσι οποιοδήποτε διαφορετικό πακέτο εισέρχεται στο δίκτυο είτε δρομολογείται χωρίς τη χρήση του MPLS είτε παίρνει μία διαφορετική στοίβα ετικετών έτσι ώστε να παραμείνει εκτός του δικτύου VPN.
- Τέλος οι δρομολογητές του παρόχου μπορούν να χρησιμοποιούν τεχνικές κρυπτογράφησης.

Κεφάλαιο 4^ο

Η τεχνολογία VOIP

4.1 Ιστορία του τηλεφώνου

Σήμερα, η τεχνολογία VOIP είναι σπουδαίας σημασίας και υπάρχει συνεχής ανάπτυξη στη τεχνολογία αυτή. Ένας μεγάλος αριθμός επιχειρήσεων χρησιμοποιεί την τεχνολογία VOIP για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες επικοινωνίας τους.

Το VOIP χρησιμοποιεί τεχνολογία με την οποία είναι δυνατή η δρομολόγηση της φωνής μέσω του internet η ενός δικτύου υπολογιστών.

Η πρώτη τηλεφωνική συσκευή ήταν αναλογική. Αναλογικό σημαίνει ότι η φωνή μετατρέπεται κατάλληλα για να μεταφερθεί μέσω ηλεκτρικών σημάτων. Η επικοινωνία στα αναλογικά γίνεται μέσω ειδικού δικτύου τηλεφωνίας

Τα επόμενα χρόνια ,εφευρέθηκαν τα ψηφιακά δίκτυα για τη τηλεφωνία. Η επικοινωνία στα ψηφιακά γίνεται όπως και στα αναλογικά αλλά μετατρέπεται η φωνή σε δεδομένα, αποστέλλεται μέσω του δικτύου τηλεφωνίας και μετατρέπεται και πάλι σε φωνή.

4.1.1 PSTN σύνδεση

Το Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο Μεταγωγής (Public Switched Telephone Network ή PSTN) είναι το παγκόσμιο τηλεφωνικό δίκτυο. Τα πρώτα πειραματικά τηλεφωνικά δίκτυα δούλευαν με δίκτυο πλέγμα όπου κάθε τηλεφωνική γραμμή συνδεόταν με όλες τις άλλες. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε η switch network μέθοδος, κατά την οποία οι τηλεφωνικές συνδέσεις δημιουργούνται μόνο σε περίπτωση που γίνει κάποια κλήση και δεν είναι μόνιμες. Αποτελούνται από καλώδια, οπτικές ίνες, επικοινωνιακούς δορυφόρους και υποθαλάσσια καλώδια ή

ασύρματα, τα οποία επιτρέπουν σε οποιοδήποτε τηλέφωνο στον κόσμο να επικοινωνήσει με οποιοδήποτε άλλο. Αν και αρχικά ήταν ένα πλήρως αναλογικό ενσύρματο δίκτυο, τα τελευταία χρόνια έχει μετατραπεί σχεδόν στο σύνολό του σε ψηφιακό.

4.1.2 ISDN σύνδεση

Το ISDN (Integrated Services Digital Network) αποτελεί την εξέλιξη του Δημόσιου Τηλεφωνικού Δικτύου (PSTN) και παρέχει τη δυνατότητα υποστήριξης, με τη χρήση μιας μόνο τηλεφωνικής σύνδεσης, τεσσάρων μορφών επικοινωνίας:

- Φωνής
- Εικόνας
- Δεδομένων
- Κειμένου

Το ISDN δίνει στο συνδρομητή τη δυνατότητα πρόσβασης στο δίκτυο μέσω δύο διασυνδέσεων (interfaces). Τη διασύνδεση βασικής πρόσβασης (Basic Rate Access, BRA) και τη διασύνδεση πρωτεύουσας πρόσβασης (Primary Rate Access, PRA).

Κατά τη BRA προσφέρονται στο συνδρομητή δύο κανάλια B των 64kbps και ένα κανάλι σηματοδοσίας D των 16Kbps. Είναι στην ουσία ανεξάρτητα μεταξύ τους και μπορεί το κάθε ένα από αυτά να μεταφέρει εικόνα και ήχο, όμως μπορούν και να συνδυαστούν φτάνοντας σε ταχύτητες 128kbps. Έτσι μπορούμε να μιλάμε στο τηλέφωνο από το ένα κανάλι και να “σερφάρουμε” στο διαδίκτυο από το άλλο.



Σχήμα 4.1 : Απεικόνιση μιας σύνδεσης BRA

Στην PRA παρέχεται στο συνδρομητή πρόσβαση σε 30 B κανάλια και ένα D κανάλι σηματοδότησης το οποίο στην περίπτωση αυτή είναι 64kbps. Η διασύνδεση αυτή απευθύνεται κυρίως σε μεγάλες επιχειρήσεις ή σε Οργανισμούς με αυξημένη τηλεπικοινωνιακή κίνηση και όχι σε απλούς χρήστες και μπορούμε να έχουμε μέχρι και 30 γραμμές ταυτόχρονης επικοινωνίας.



Σχήμα 4.2 : Απεικόνιση μιας σύνδεσης BRA

Το ISDN βασίζεται σε μια αρχιτεκτονική δικτύου, η οποία προσφέρει ψηφιακή επικοινωνία από άκρη σε άκρη και εξασφαλίζει ορισμένα πλεονεκτήματα:

- Οι ISDN γραμμές δεν είναι επιρρεπείς στο θόρυβο επειδή υπάρχει εξολοκλήρου ψηφιακό σήμα.
- Η ταχύτητα κλήσης σε γραμμές ISDN είναι περίπου 2sec, δηλαδή πολύ λιγότερος χρόνος απ' ότι με οποιαδήποτε dial-up σύνδεση μέσω modem.
- Σηματοδότηση εκτός καναλιών επικοινωνίας (out of band signalling).

4.1.3 Γενικά για τα POTS

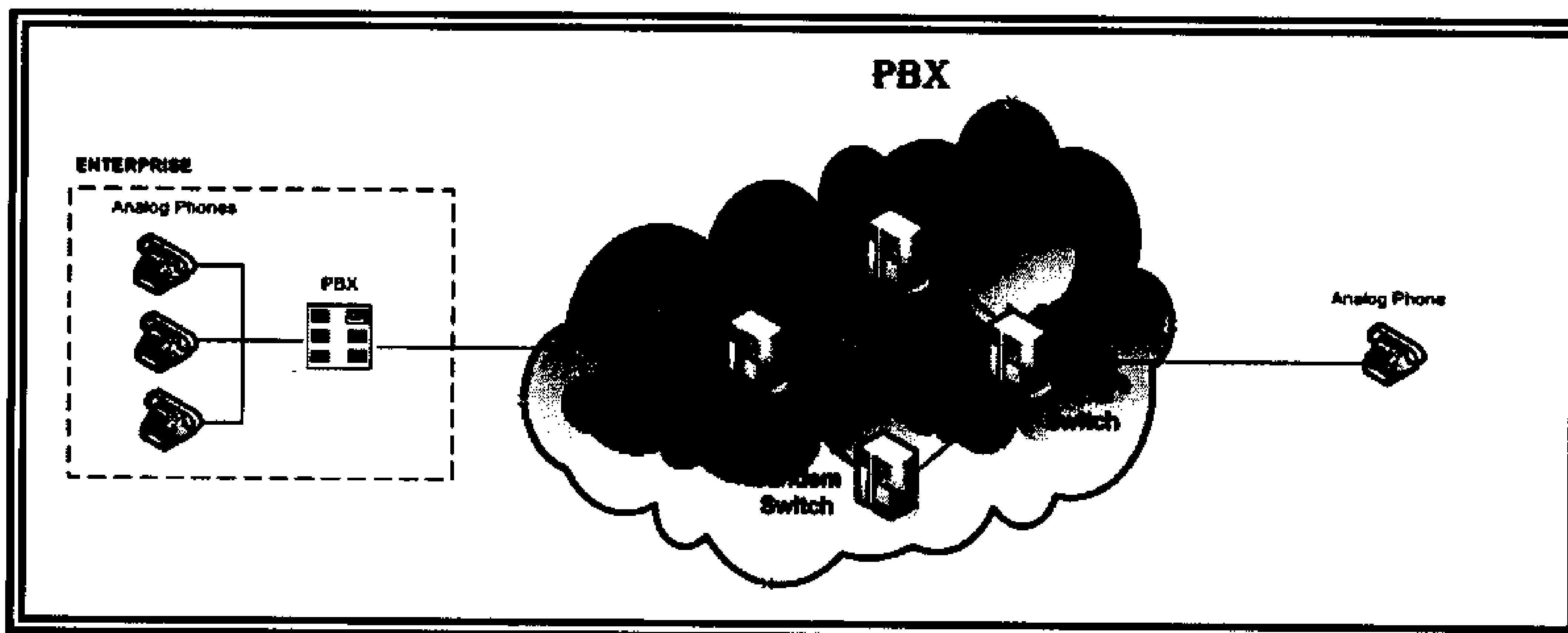
Το pots είναι το πλέον διαδεδομένο είδος υπηρεσίας που προσφέρουν οι τηλεφωνικές εταιρίες τη τελευταία δεκαετία. Από τη μια πλευρά έχει ένα ηλεκτρομαγνητικό τηλεφωνικό δέκτη και από την άλλη ένα switch. Το pots λειτουργεί σωστά όταν έχουμε έναν μικρό αριθμό χρηστών και αριστεύει όταν η πυκνότητα των κλήσεων είναι μικρή. Είναι ένα circuit-switched δίκτυο σε αντίθεση με το VOIP που είναι ένα packet-switched δίκτυο.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα ενός circuit-switched δικτύου είναι πως είναι λιγότερο δυναμικό από ένα packet-switched με αποτέλεσμα αν μία γραμμή “πέσει” τότε η κλήση σταματάει. Σε ένα packet-switched δίκτυο αν μία γραμμή “πέσει” τότε η κλήση έχει εναλλακτική διαδρομή να ακολουθήσει και η κλήση δε χάνεται.

4.1.4 Ιδιωτικό σύστημα τηλεφωνίας (PBX)

Για τη μείωση των μηνιαίων τηλεφωνικών λογαριασμών, οι εταιρίες εγκαθιστούν ιδιωτικά συστήματα τηλεφωνίας. Οι μικρές επιχειρήσεις χρησιμοποιούν το key telephone system (KTS) ενώ οι μεγαλύτερες το private branch exchange (PBX).

Το KTS είναι περιορισμένο στις 6 γραμμές POTS ενώ το PBX μπορεί να έχει χιλιάδες γραμμές.



Σχήμα 4.3 : Απεικόνιση PBX

Ένα ιδιωτικό τηλεφωνικό σύστημα αποτελείται από ένα απλό switch με το οποίο μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα δικό μας τηλεφωνικό δίκτυο χωρίς να βγαίνουμε στο δίκτυο PSTN. Σκοπός του είναι να βλέπει αν οι κλήσεις πρόκειται να γίνουν εντός του ιδιωτικού δικτύου ή εκτός, και ανάλογα να τις δρομολογεί. Με τον τρόπο αυτό μειώνει τον αριθμό των γραμμών πρόσβασης. Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα στην εταιρία να έχει κάποια τηλεφωνικά χαρακτηριστικά όπως, συνδιάσκεψη είτε προώθηση κλήσεων χωρίς καμία επιπλέον οικονομική επιβάρυνση.

Ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι ο μέγιστος αριθμός κλήσεων σε μία εταιρία περιορίζεται από τον αριθμό των γραμμών πρόσβασης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους καθώς όσο περισσότερες γραμμές πρόσβασης τόσο μεγαλύτερο το κόστος. Επίσης όσο αυξάνονται οι απαιτήσεις των χρηστών τόσο αυξάνονται και το κόστος. Για να αυξηθεί η χωρητικότητα σε ένα PBX η PSTN δίκτυο θα πρέπει να προστεθούν νέα switches και νέος πιο σύγχρονος εξοπλισμός με μεγάλο κόστος σε αντίθεση με το διαδίκτυο όπου η αύξηση της χωρητικότητας εξαρτάται από τη βελτίωση του λογισμικού. Έτσι οι χρήστες άρχισαν να στρέφονται στο διαδίκτυο και στα IP δίκτυα καθώς τα πρωτόκολλα συνεχώς βελτιώνονται.

4.2 Εισαγωγή στο VOIP

VOIP είναι η τεχνολογία με την οποία μπορείς να κάνεις ή να λάβεις μία κλήση μέσω internet η ενός δικτύου χωρίς να χρησιμοποιήσεις το παγκόσμιο τηλεφωνικό δίκτυο.

Η τεχνολογία VOIP χρησιμοποιεί τα ίδια πρωτόκολλα που χρησιμοποιεί και το internet. Οι υπηρεσίες που προσφέρει το VOIP είναι φορητές και διαλειτουργικές.

Με τον όρο φορητές εννοούμε ότι μπορεί να λειτουργήσει σε οποιαδήποτε συσκευή που παίρνει IP είτε αυτή είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (Pc) ,είτε είναι IP τηλεφωνική συσκευή, είτε είναι PDA(Personal Digital Assistant), ενώ με τον όρο διαλειτουργικές εννοούμε ότι μπορεί να λειτουργήσει σε οποιοδήποτε δίκτυο.

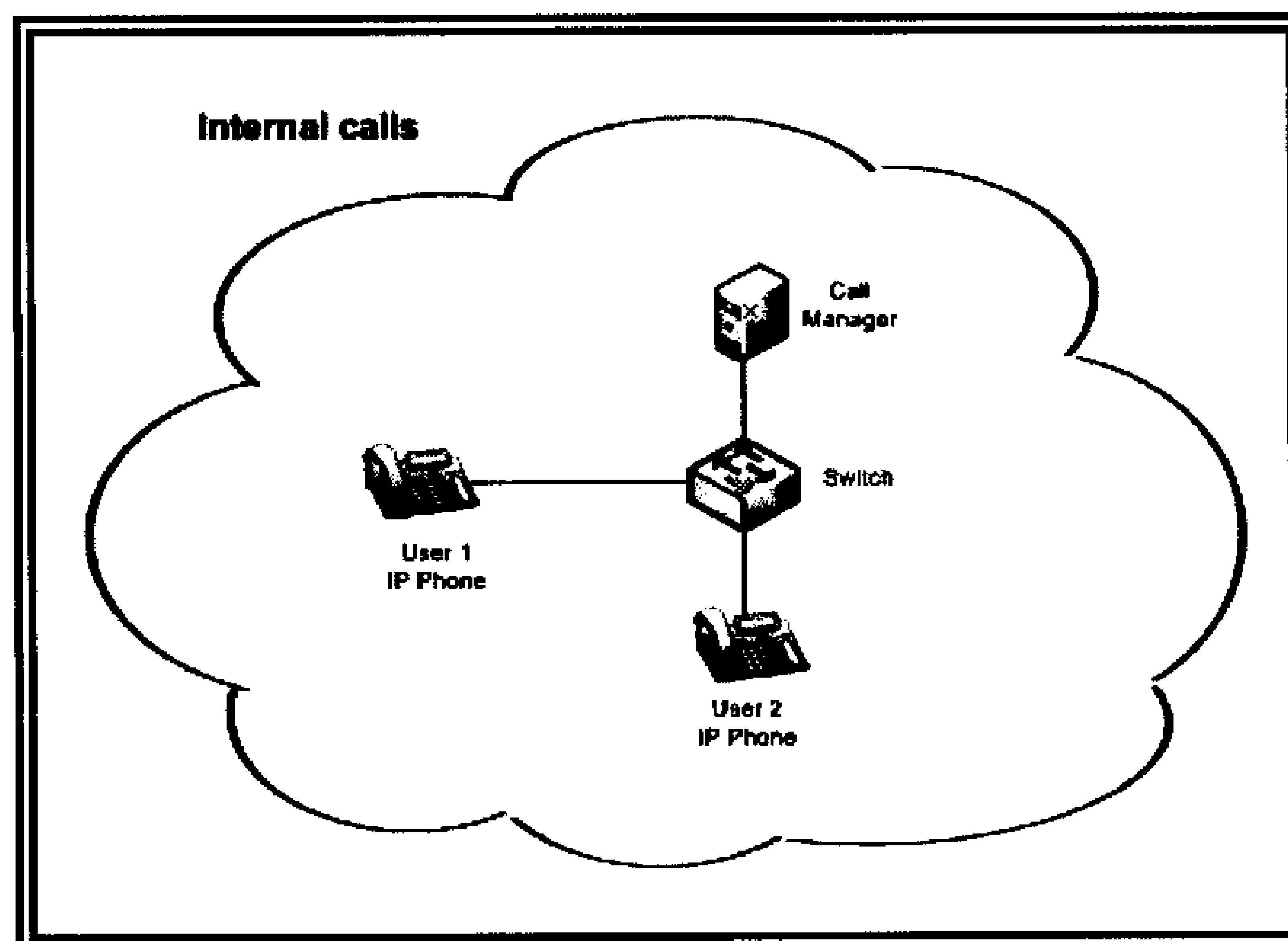
4.2.1 Διαδικασία κλήσης μέσω VOIP

Υπάρχουν δύο είδη κλήσεων: η εσωτερική και η εξωτερική. Εσωτερική είναι το είδος της κλήσης που γίνεται εσωτερικά στο δίκτυο μιας εταιρίας ενώ εξωτερική είναι αυτή που γίνεται, μεταξύ ,του δικτύου δύο ή περισσότερων εταιριών, είτε με το παγκόσμιο τηλεφωνικό δίκτυο.

Εσωτερικές κλήσεις

Η IP τηλεφωνία ακολουθεί τα εξής βήματα :

- Ο Χρήστης 1 καλεί στο τηλέφωνο τον Χρήστη 2
- Το Packet switch protocol θέτει τα ηχητικά σήματα σε πακέτα
- Τα πακέτα αυτά στέλνονται σε έναν server διαχείρισης ο οποίος βρίσκει την MAC address του χρήστη 2
- Τα πακέτα προωθούνται μέσω ενός switch στο IP τηλέφωνο του Χρήστη 2.
- Το τηλέφωνο του χρήστη 2 χτυπάει
- Η σύνδεση έχει πραγματοποιηθεί



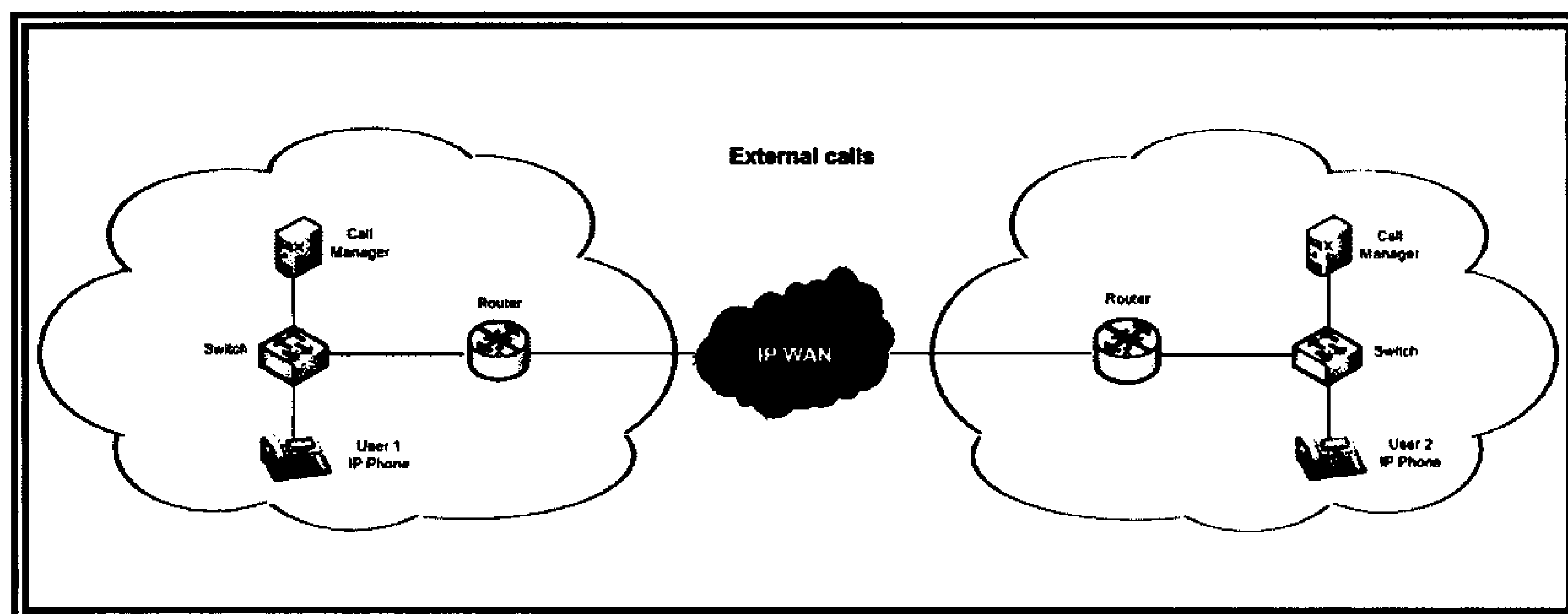
Σχήμα 4.4 : Διάγραμμα εσωτερικών κλήσεων

Εξωτερικές κλήσεις

Η VOIP τηλεφωνία ακολουθεί τα εξής βήματα :

- Ο Χρήστης 1 καλεί στο τηλέφωνο τον Χρήστη 2
- Το Packet switch protocol θέτει τα ηχητικά σήματα σε πακέτα
- Τα πακέτα αυτά στέλνονται σε έναν server διαχείρισης ο οποίος βρίσκει την MAC address του χρήστη 2 και τα ενσωματώνει στη διεύθυνση του δικτύου LAN για το οποίο προορίζεται.

- Τα πακέτα προωθούνται στο WAN
- Τα πακέτα που φθάνουν στο LAN του Χρήστη 2, προωθούνται στο server που διαχειρίζεται τις IP υπηρεσίες
- Το τηλέφωνο του Χρήστη 2 χτυπάει
- Η σύνδεση έχει πραγματοποιηθεί



Σχήμα 4.5 : Διάγραμμα εξωτερικών κλήσεων

4.2.2 Πρωτόκολλα κλήσεων VOIP

Τα πρωτόκολλα κλήσεων VOIP είναι πρωτόκολλα επικοινωνίας που αποκλειστικό σκοπό έχουν να μεταφέρουν ψηφιοποιημένα πακέτα φωνής μέσω του πρωτοκόλλου IP. Αφού λοιπόν οι codecs μετατρέψουν τα αναλογικά σε ψηφιακά δεδομένα, αναλαμβάνουν τα πρωτόκολλα τη μεταφορά αυτών από τη μια άκρη στην άλλη. Τα σημαντικότερα και τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα σήμερα είναι :

Media Gateway Control Protocol

Το MGCP είναι ένα πρωτόκολλο σηματοδότησης και κλήσεων για VOIP συνδέσεις. Το πρωτόκολλο αυτό αναπτύχθηκε για να υποστηρίξει τα πρωτόκολλα SIP και H.323 και ακολουθεί την μεθοδολογία μεταγωγής πακέτων.

Αποτελείται από τρία μέρη :

- Media gateway

Είναι υπεύθυνη για την μετατροπή των αναλογικών σημάτων σε πακέτα δεδομένων που διακινούνται μέσω του διαδικτύου.

- Media gateway controller (αναφέρεται και ως call agent)

Ο call agent είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο και την διαχείριση των IP συνδέσεων επικοινωνίας σε ένα δίκτυο VOIP. Βασικό όμως μέλημα του call agent είναι να ενημερώνει τον media gateways να ξεκινήσει, να διακόψει ή να σταματήσει ένα RTP session.

- Signalling gateway

Με τον τρόπο αυτό διαχειρίζεται το κάθε gateway ξεχωριστά ,αναφέροντας την κάθε επιμέρους επικοινωνία σαν MGCP master-slave επικοινωνία.

Συνοψίζοντας το MGCP δημιουργήθηκε για να απλοποιήσει τα δεδομένα στην IP τηλεφωνία και να ελαχιστοποιήσει την πολυπλοκότητα των συστημάτων επεξεργασίας. Μέσο αυτού του πρωτοκόλλου έχουμε σήμερα την “Επανάσταση των Τερματικών”.

H.323

Το H.323 είναι ένα πρότυπο που υλοποιήθηκε από τη διεθνή ένωση τηλεπικοινωνιών (ITU – International Telecommunication Union) και χρησιμοποιείται για τη μετάδοση βίντεο ,ήχου και δεδομένων μέσα από ένα δίκτυο IP. Αρχικά αναπτύχθηκε για multimedia συνδιαλέξεις σε LANs, αλλά αργότερα επεκτάθηκε και στο VOIP.

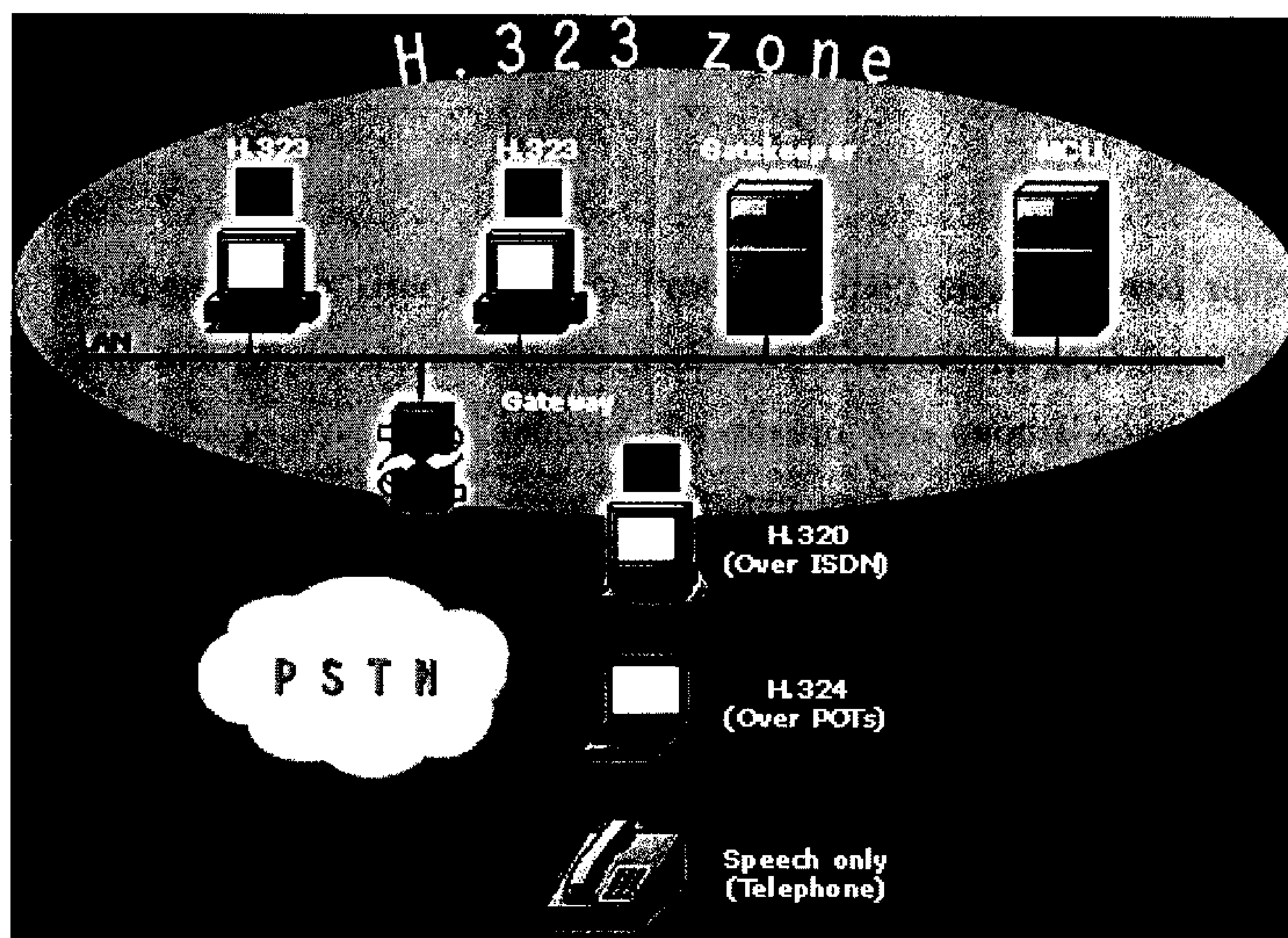
Οι τέσσερις βασικές οντότητες που συμμετέχουν στο πρότυπο H.323 είναι οι εξής: Multipoint Control Units (MCUs), Gateways, Gatekeepers και τα Terminals.

- Τα Multipoint Control Units (MCUs) χρησιμοποιούνται όταν κατά τη διάρκεια μίας κλήσης πρέπει να κρατηθούν ενεργές περισσότερες από μία συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών endpoints. Τα MCUs αποτελούνται από ένα Multipoint Controller (MC) και προαιρετικά από ένα Multipoint Processor (MP).

- Οι πύλες (Gateways) ενώνουν το H.323 δίκτυο με άλλα δίκτυα όπως το PSTN ή άλλα H.323 δίκτυα. Η ύπαρξη των gateways δεν είναι υποχρεωτική στη περίπτωση

που οι τερματικοί σταθμοί θέλουν να επικοινωνούν μεταξύ τους εντός του τοπικού και μόνο δικτύου και δεν ενδιαφέρονται για πρόσβαση εκτός αυτού.

- Οι Gatekeepers λειτουργούν ως manager των κλήσεων (διευθυνσιοδότηση, εξουσιοδότηση χρήστη ,καταχώριση τελικού σημείου) στη ζώνη που ελέγχουν.
- Τα Terminals είναι οι VOIP συσκευές των τελικών χρηστών του τοπικού δικτύου, οι οποίες παρέχουν διπλής κατεύθυνσης επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο. Οι συσκευές αυτές μπορεί να είναι ένα τηλέφωνο IP, λογισμικό Η/Υ είτε άλλες multimedia συσκευές.



Σχήμα 4.6 : Πρότυπο H.323

SIP

Το SIP (Session Initialization Protocol) είναι ένα πρωτόκολλο σηματοδότησης τηλεφωνίας IP που χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση, την τροποποίηση και τον τερματισμό τηλεφωνικών κλήσεων VOIP. Με το SIP οι χρήστες μπορούν να αναγνωρίζονται από το δίκτυο και να πραγματοποιούν και να λαμβάνουν κλήσεις μέσω internet σε όποιο μέρος και αν βρίσκονται. Χάρη στο SIP υπάρχει πλέον η δυνατότητα για μια σειρά από υπηρεσίες που μόλις πριν από λίγα χρόνια φάνταζαν

αδιανόητες: διαδικτυακές διασκέψεις, IP τηλεφωνία, βιντεοκλήσεις, παιχνίδια στο διαδίκτυο και κοινή χρήση εφαρμογών. Το πρωτόκολλο SIP μοιάζει με το HTTP, βασίζεται σε κείμενο και είναι ανοικτό και ευέλικτο (μπορεί να δέχεται και να στέλνει κλήσεις από εκτροπή). Για το λόγο αυτό έχει επικρατήσει σε μεγάλο βαθμό έναντι του προτύπου H.323.

Με την τηλεφωνία SIP παρουσιάστηκε μία βιώσιμη εναλλακτική λύση έναντι των παραδοσιακών συστημάτων PBX. Τα τηλεφωνικά συστήματα SIP διαθέτουν χαρακτηριστικά που ενισχύουν την άνεση κινήσεων και την παραγωγικότητα του χρήστη, ενώ παράλληλα έχουν ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα όσον αφορά την εξοικονόμηση χρημάτων.

UDP

Το πρωτόκολλο User Datagram Protocol (UDP) είναι ένα από τα βασικά πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στο διαδίκτυο. Ένα από τα χαρακτηριστικά του UDP είναι ότι δεν εγγυάται αξιοπιστία. Τα πακέτα που αποστέλλονται από έναν υπολογιστή μπορεί να φτάσουν στον παραλήπτη με λάθος σειρά, διπλά ή να μη φτάσουν καθόλου σε περίπτωση που το δίκτυο έχει μεγάλο φόρτο. Η έλλειψη μηχανισμών ελέγχου καθιστούν το πρωτόκολλο αυτό αρκετά πιο γρήγορο και αποτελεσματικό τουλάχιστον για τις εφαρμογές εκείνες που δεν απαιτούν αξιόπιστη επικοινωνία.

Τέτοιες είναι οι audio και video streaming εφαρμογές για τις οποίες είναι πολύ σημαντικό τα πακέτα να παραδοθούν στο παραλήπτη σε σύντομο χρονικό διάστημα έτσι ώστε να μην υπάρχει διακοπή στη ροή του ήχου ή της εικόνας. Το UDP υποστηρίζει broadcasting ,δηλαδή την αποστολή ενός πακέτου σε όλους τους υπολογιστές ενός δικτύου, και multicasting, δηλαδή την αποστολή ενός πακέτου σε συγκεκριμένους υπολογιστές ενός δικτύου.

TCP

Οι κύριοι στόχοι του Transmission Control Protocol (TCP) είναι να επιβεβαιώνεται η αξιόπιστη αποστολή και λήψη δεδομένων και να μεταφέρονται

δεδομένα χωρίς λάθη μεταξύ του network layer και του application layer. Οι περισσότερες σύγχρονες υπηρεσίες στο Διαδίκτυο βασίζονται στο TCP (όπως SMTP, Telnet, FTP, HTTP). Το TCP χρησιμοποιείται σχεδόν παντού, για αμφίδρομη επικοινωνία μέσω δικτύου.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του είναι τα εξής :

- **Συνδεσιμότητα**
Απαιτείται δημιουργία σύνδεσης πριν την αποστολή δεδομένων.
- **Επικοινωνία σημείου προς σημείο**
Κάθε σύνδεση έχει ακριβώς δύο ακραία σημεία
- **Πλήρης αξιοπιστία**
Εγγυάται ότι τα δεδομένα μέσω μίας σύνδεσης επιδίδονται ακριβώς όπως έχουν σταλεί.
- **Πλήρης αμφίδρομη επικοινωνία –full duplex**
Παρέχει τη δυνατότητα και στα δύο προγράμματα-εφαρμογές να στέλνουν δεδομένα οποιαδήποτε στιγμή.
- **Διασύνδεση ρεύματος -stream interface**
Μία εφαρμογή στέλνει μία συνεχή ακολουθία οκτάδων μέσω μίας σύνδεσης
- **Αξιοπιστία έναρξης σύνδεσης**
Απαιτεί από δύο εφαρμογές που δημιουργούν μία σύνδεση να συμφωνούν και οι δύο για αυτήν
- **Ομαλό κλείσιμο σύνδεσης**
Εγγυάται ότι όλα τα δεδομένα θα επιδοθούν πριν κλείσει η σύνδεση.

RTP

Οι εφαρμογές πολυμέσων χαρακτηρίζονται από χρονικούς περιορισμούς στη μετάδοση δεδομένων, κάτι που δε λαμβάνουν υπόψη τα γνωστά πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων (TCP/UDP). Το RTP υλοποιείται πάνω από τα πρωτόκολλα αυτά προσθέτοντας τους μηχανισμούς που θα επιτρέψουν την αποτελεσματική μετάδοση των χρονικά κρίσιμων δεδομένων. Ένας τέτοιος μηχανισμός είναι η χρονοσήμανση. Ο αποστολέας βάζει σε κάθε πακέτο μια χρονοσήμανση την οποία χρησιμοποιεί ο παραλήπτης για να βρει τη χρονική στιγμή που πρέπει να παρουσιάσει

τα δεδομένα του πακέτου στο χρήστη. Ουσιαστικά παρέχει την πληροφορία έτσι ώστε να είναι σε θέση ο παραλήπτης να ανακατασκευάσει τα αρχικά δεδομένα όπως αυτά μεταδόθηκαν από τον αποστολέα. Το RTP επίσης παρέχει μηχανισμούς όπως η πληροφόρηση για τη ταυτότητα του αποστολέα και για το περιεχόμενο της πληροφορίας.

4.3 Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας VOIP

Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα που εμφανίζονται κατά τη χρήση της VOIP τεχνολογίας εμφανίζονται παρακάτω.

- Μείωση του κόστους κλήσης καθώς χρησιμοποιεί το ήδη υπάρχων IP δίκτυο.
- Ευκολότερη και ταχύτερη δρομολόγηση των κλήσεων μέσω των ήδη υπάρχοντων δικτύων δεδομένων χωρίς να απαιτείται η χρήση διαφορετικών δικτύων κίνησης φωνής και δεδομένων.
 - Ασφαλείς κλήσεις με τη χρήση πρωτοκόλλων, όπως το RTP (Real Time Protocol).
 - Προσφέρει χαρακτηριστικά όπως voicemail, αναγνώριση κλήσης, συνεδρία τριών ή περισσότερων ατόμων, αναμονή κλήσης και φραγή κλήσεων χωρίς επιπλέον κόστος. Επιπλέον, μπορεί κάποιος να στείλει δεδομένα (εικόνες ή έγγραφα) ενώ ταυτόχρονα μιλάει στο τηλέφωνο.
 - Μειωμένες χρεώσεις για κλήσεις εσωτερικού δεδομένου ότι δεν υφίσταται διαχωρισμός μεταξύ αστικών υπεραστικών.
 - Για κάποιον που ταξιδεύει συχνά, προσφέρει το πλεονέκτημα της φορητότητας καθώς, εφόσον υπάρχει πρόσβαση σε μία ευρυζωνική σύνδεση τότε μπορεί εύκολα να επικοινωνεί με τους φίλους του και τους συνεργάτες.
 - Μειωμένο κόστος λόγω απουσίας πάγιων τελών.
 - Δίνει τη δυνατότητα στους υπαλλήλους να εργάζονται εκτός γραφείου σαν να ήταν μέσα. Η λειτουργία "Follow me" δίνει τη δυνατότητα στους υπαλλήλους να έχουν ειδοποίηση για τη κλήση ταυτόχρονα και στο τηλέφωνο του γραφείου και στο κινητό.

- Το χαρακτηριστικό όπως “click to talk” κάνει την επικοινωνία ευκολότερη. Δίνεται η δυνατότητα να επιτευχθεί κλήση με το πάτημα ενός μόνο αντικειμένου (εικόνα, κουμπί ή κάποιο κείμενο) σε μία ιστοσελίδα, σε ένα email ή κάποιο έγγραφο.
- Δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να έχει πρόσβαση στο ηλεκτρονικό φωνητικό μήνυμα, να αποθηκεύει τις συνομιλίες στον υπολογιστή και να τις αναπαράγει όποτε επιθυμεί.

4.4 Μειονεκτήματα της τεχνολογίας VOIP

- Όταν συμβεί διακοπή ρεύματος, δε μπορεί να πραγματοποιηθεί μία VOIP κλήση καθώς δεν υπάρχει τίποτα που να μπορεί να τροφοδοτήσει τη σύνδεση στο internet ή το ip τηλέφωνο σε αντίθεση με το “κανονικό” τηλέφωνο που τροφοδοτείται από την τηλεφωνική γραμμή.
 - Δεν υπάρχει άμεση σύνδεση με τους αριθμούς έκτακτης ανάγκης.
 - Ορισμένες φορές η ποιότητα των VOIP κλήσεων δεν είναι καλή. Πιο συγκεκριμένα, όπως είναι γνωστό όσα δεδομένα στέλνονται μέσω internet (email, έγγραφα) ανασυντίθενται στο άλλο άκρο παρέχοντας μεταφορά με μηδενικές απώλειες. Ωστόσο, η μεταφορά φωνής απαιτεί μεταφορά σε πραγματικό χρόνο, το οποίο σημαίνει πως αν κάποια πακέτα φωνής καθυστερήσουν τότε θα απορριφθούν αν δε φτάσουν στην ώρα τους, με αποτέλεσμα να υπάρχουν κάποιες περιόδους ησυχίας στη ροή του ήχου. Αυτό εξαρτάται από το πόσο απασχολημένο είναι το δίκτυο και πόσο καλή είναι η ταχύτητα της σύνδεσης.
 - Σε πολλές περιπτώσεις, τα παραδοσιακά firewalls μπορεί να προκαλέσουν καθυστερήσεις ακόμα και να απορρίψουν κάποιες κλήσεις.
 - Οι IP voice servers είναι ευάλωτοι στις επιθέσεις hackers ή ιών.
 - Τέλος, η κρυπτογράφηση μπορεί να προκαλέσει αρκετές καθυστερήσεις.

4.5 Παρουσίαση των VOIP τηλεφώνων

Τα τηλέφωνα που είναι συνδεδεμένα σε ένα τηλεφωνικό δίκτυο PSTN διακρίνονται στις εξής κατηγορίες :

- Αναλογικά

Αυτά του είδους τα τηλέφωνα συνδέονται στο δίκτυο PSTN μέσω της απλής παραδοσιακής γραμμής και μεταδίδουν αναλογικά σήματα. Τέτοιου είδους τηλέφωνα βρίσκονται στα περισσότερα σπίτια σήμερα.

- Ψηφιακά

Τα τηλέφωνα αυτά συνδέονται κατευθείαν στο PBX σε αντίθεση με τα τηλέφωνα VOIP που συνδέονται στο δίκτυο IP. Στέλνουν ψηφιακά σήματα. Κάθε VOIP τηλέφωνο έχει πρόσβαση στο δίκτυο IP μέσω της ενσωματωμένης Network Interface Card (NIC).

Υπάρχουν πολλά είδη IP τηλεφώνων και τα διακρίνουμε στις παρακάτω κατηγορίες.

4.5.1 Softphones

Τα VOIP softphones είναι μία εφαρμογή λογισμικού που εκτελούνται στον Η/Υ και προσφέρουν τις ίδιες υπηρεσίες με ένα απλό τηλέφωνο. Πρέπει να έχουν πρόσβαση στο δίκτυο. Το πληκτρολόγιο βρίσκεται στην οθόνη ενός υπολογιστή. Ο Η/Υ χρειάζεται να έχει μία κάρτα ήχου και ακουστικά. Τα πλεονεκτήματα των τηλεφώνων αυτών είναι:

- Δε χρειάζεται να συνδεθούν στο δίκτυο χρησιμοποιώντας ένα καλώδιο.
- Έχουν μικρό κόστος.
- Η οθόνη είναι μεγαλύτερη και πιο εύχρηστη.
- Έχουν τη δυνατότητα για άμεση κλήση ή απάντηση μέσω ενός click σε ένα εικονίδιο.

Τέλος, τα softphones έχουν τα τυπικά χαρακτηριστικά ενός κανονικού τηλεφώνου όπως είναι τα DND, MUTE καθώς και ιδιαίτερα δικά του στοιχεία όπως είναι το βίντεο.



Σχήμα 4.7 : Softphone

4.5.2 Hardphones

Υπάρχουν δύο ήδη συσκευών :

- Usb phones

Το usb phone είναι μία τηλεφωνική συσκευή η οποία μοιάζει με το κανονικό τηλέφωνο και συνδέεται με τον υπολογιστή σε μία θύρα USB. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του τηλεφώνου αυτού είναι ότι δε χρησιμοποιεί κανένα πρωτόκολλο VOIP απλά αναπαράγει ήχο.



Σχήμα 4.8 : Usb phone

- VOIP τηλέφωνα με σύνδεση Ethernet

Τα τηλέφωνα αυτά έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς. Αυτά έχουν τουλάχιστον μία θύρα RJ-45. Μέσα από τη θύρα αυτή συνδέονται στο δίκτυο. Αυτά τα τηλέφωνα υποστηρίζουν τα εξής χαρακτηριστικά (αναμονή ,κρυπτογράφηση ,προώθηση, σίγαση, επανάκληση, έλεγχο έντασης και τηλεφωνητή)



Σχήμα 4.9 : VOIP phone over Ethernet

4.5.3 Wireless τηλέφωνα VOIP

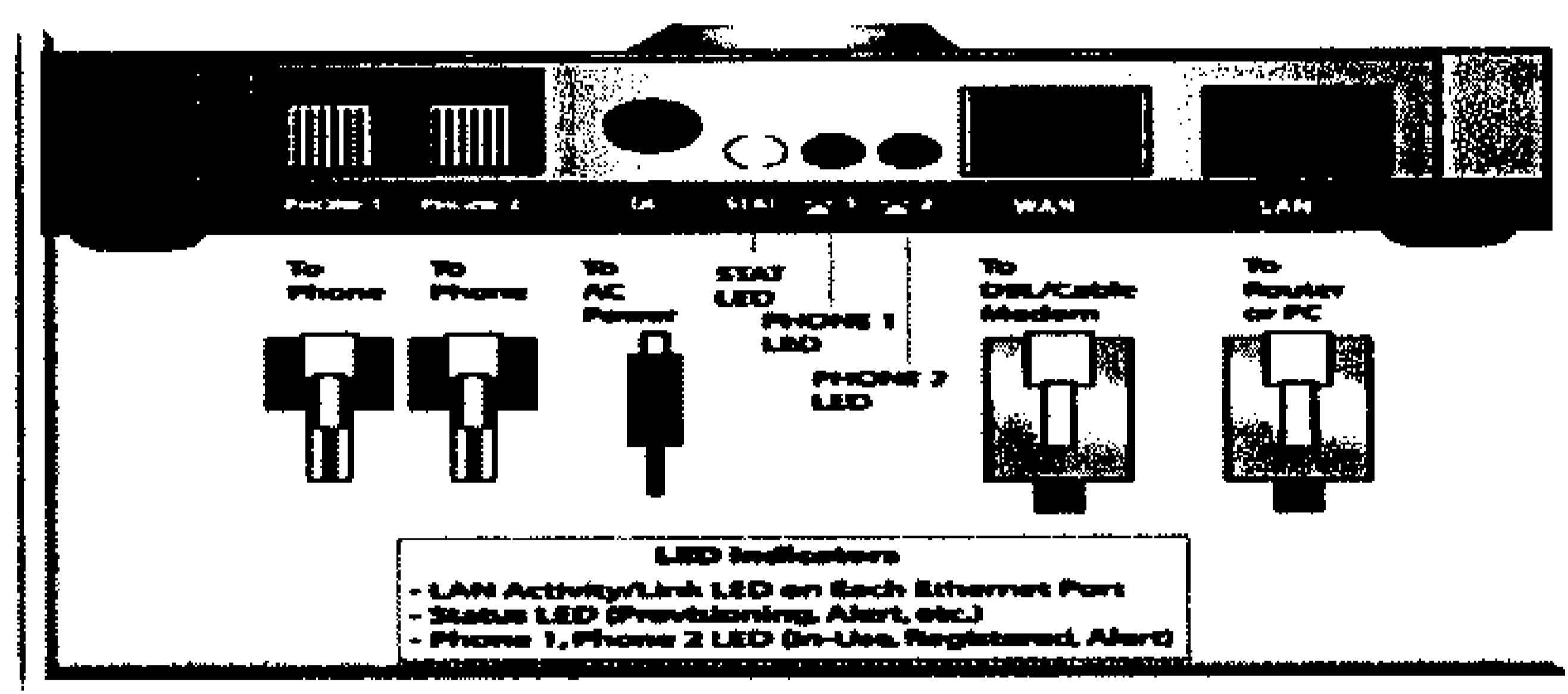
Τα WiFi VOIP τηλέφωνα παρέχουν τις ίδιες υπηρεσίες με τα Ethernet VOIP τηλέφωνα. Το WiFi δίνει τη δυνατότητα στα VOIP τηλέφωνα να συνδέονται με το διακομιστή VOIP ή με το VOIP gateway μέσω του ήδη υπάρχοντος δικτύου WiFi. Αυτού του είδους τα τηλέφωνα χρησιμοποιούνται κυρίως από υπαλλήλους που πρέπει να μετακινούνται σε πολλά γραφεία. Αυτά τα τηλέφωνα υποστηρίζουν χαρακτηριστικά όπως αναμονή, προώθηση κλήσεων κ.α..



Σχήμα 4.10 : Wireless phone

4.5.4 ATA analog telephony adapters

Οι συσκευές αυτές δίνουν τη δυνατότητα σε ένα αναλογικό τηλέφωνο να συνδεθεί σε ένα δίκτυο VOIP. Στην ουσία είναι συσκευές που χρησιμοποιούν ένα πρωτόκολλο VOIP και παράλληλα έχουν μία υποδοχή τηλεφώνου. Περιέχουν ένα τροφοδοτικό, μία θύρα FXS, μία FXO και μία Ethernet.



Σχήμα 4.11 : Telephone adapter

4.6 ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Οι απειλές που αντιμετωπίζει η VOIP τεχνολογία είναι οι εξής :

- Επιθέσεις μέσω του δικτύου

Η IP τηλεφωνία είναι ευπαθής σε επιθέσεις Denial of Service (DOS). Οι επιθέσεις DOS είναι μία προσπάθεια να γίνουν οι υπολογιστικοί πόροι μη διαθέσιμοι προς τους αρμόδιους χρήστες. Επίσης spam, spyware και phishing είναι κάποιες άλλες επιθέσεις δικτύου για την υποκλοπή της ταυτότητας του υπολογιστή ή για άλλες απάτες. Τέλος, οι ιοί μπορεί να καταστρέψουν δεδομένα και συσκευές.

- Υποκλοπή της τηλεφωνικής υπηρεσίας

Πιο συγκεκριμένα κάποιος hacker μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση σε ένα απροστάτευτο δίκτυο ,να εισχωρήσει στο PBX σύστημα και να κάνει απεριόριστες κλήσεις υψηλών χρεώσεων.

- Υποκλοπή συνομιλίας

Ένας hacker μπορεί να υποκλέψει και ενδεχομένως να αποκαλύψει εμπιστευτικές πληροφορίες. Μία προσωπική συνομιλία με απόρρητο περιεχόμενο μπορεί να καταγραφεί.

- Διακοπή ρεύματος

Η διακοπή ρεύματος επηρεάζει τη κίνηση δεδομένων, άρα επηρεάζει και τη τεχνολογία VOIP.

- SPIT

Spam over Internet Telephony (SPIT) είναι μία μέθοδος όπου μία διαφήμιση μπορεί να αποσταλεί ταυτόχρονα σε πολλούς παραλήπτες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να γεμίζει ο τηλεφωνητής με spam μηνύματα.

Προτάσεις για την αντιμετώπιση των απειλών αυτών

- Θα πρέπει η επιλογή των προϊόντων να γίνει προσεκτικά καθώς τα προϊόντα VOIP θα πρέπει να είναι συμβατά με το εκάστοτε λειτουργικό σύστημα έτσι ώστε να αποφευχθεί η χρήση διαφόρων patches.
- Οι VOIP Servers και τα τηλέφωνα θα πρέπει να ελέγχονται για ανοικτές πόρτες. Αν εντοπιστούν ανοικτές πόρτες οι οποίες δεν είναι απαραίτητες για την υποδομή του VOIP τότε θα πρέπει να ασφαλιστούν.
- Όλες οι αχρείαστες υπηρεσίες στα τηλέφωνα και στους server (telnet,HTTP) θα πρέπει να απενεργοποιούνται.

4.7 VOIP QoS (Quality of Service)

Η τάση για τη μετάβαση από τη παραδοσιακή τηλεφωνία στην VOIP είναι μεγάλη. Οι περισσότεροι χρήστες της τεχνολογίας VOIP απαιτούν η ποιότητα της υπηρεσίας τους (VOIP QoS) να είναι εφάμιλλη της παραδοσιακής PSTN τηλεφωνίας. Αυτό όμως είναι πολύ δύσκολο καθώς όπως αναφέραμε και προηγουμένως η τεχνολογία VOIP βασίζεται σε δίκτυα IP, τα οποία δεν έχουν

φτιαχτεί για μεταφορά της φωνής, αλλά για να μεταφέρουν δεδομένα καταβάλλοντας την καλύτερη προσπάθεια που μπορούν ώστε να φτάσουν στον προορισμό τους (Best Effort).

Ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει το VOIP QoS είναι η αντιλαμβανόμενη ποιότητα ομιλίας. Όταν η επικοινωνία είναι αμφίδρομη (VOIP συνδιάλεξη) τότε κριτήριο αξιολόγησης είναι η ποιότητα της συνομιλίας.

Στην PSTN τηλεφωνία η ποιότητα των υπηρεσιών είναι εγγυημένη για κάθε κλήση από τη συνεχή διαθεσιμότητα του bandwidth. Σε κάθε κλήση που γίνεται το bandwidth του δικτύου είναι σταθερό και αμετάβλητο. Αν το PSTN δεν μπορεί να εξασφαλίσει το απαιτούμενο bandwidth τότε δε πραγματοποιείται σύνδεση και ο χρήστης ακούει το σήμα κατειλημμένου. Έτσι το PSTN δίκτυο δεν έχει καθόλου καθυστέρηση ή συμφόρηση.

Στα IP δίκτυα από την άλλη τα πράγματα είναι πολύ διαφορετικά. Όταν αυξάνεται ο αριθμός των πακέτων που μεταφέρονται τότε το διαθέσιμο bandwidth πέφτει με αποτέλεσμα οι συνδέσεις να γίνονται πιο αργές. Έτσι ο ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων μειώνεται.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των IP δικτύων είναι ο ρυθμός απώλειας των πακέτων. Η απώλεια των πακέτων οφείλεται σε δύο λόγους. Ο πρώτος είναι η περίπτωση συμφόρησης στο δίκτυο όπου και έχει ως επακόλουθο την απόρριψη των πακέτων από τους δρομολογητές των δικτύων και δεύτερος λόγος αφορά τα λάθη μετάδοσης σε κάποια ζεύξη (αφορά τις ασύρματες επικοινωνίες).

Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη μεταφορά ενός πακέτου από τον αποστολέα στο παραλήπτη μέσω ενός δικτύου IP ονομάζεται καθυστέρηση. Η καθυστέρηση διακρίνεται στις επιμέρους κατηγορίες, καθυστέρηση μετάδοσης, καθυστέρηση διάδοσης, καθυστέρηση επεξεργασίας και καθυστέρηση ουράς.

4.7.1 Αιτίες που επηρεάζουν το VOIP QoS

Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν το VOIP QoS είναι :

- Η συνολική καθυστέρηση.

Η καθυστέρηση στη μεταφορά των πακέτων προκαλεί καθυστέρηση και στη VOIP τεχνολογία. Η φυσική απόσταση ,η κρυπτογράφηση και η μετατροπή της φωνής συμβάλουν στη αύξηση της καθυστέρησης αυτής.

- Η ποιότητα του φωνητικού σήματος που φτάνει στο χρήστη.

Αυτή επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες :

- Jitter: Το VOIP Jitter εμφανίζεται όταν τα πακέτα φωνής στέλνονται και λαμβάνονται σε ακαθόριστη χρονική στιγμή. Το Jitter είναι μία παραλλαγή της καθυστέρησης πακέτου όπου η καθυστέρηση επηρεάζει την ποιότητα της επικοινωνίας. Οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται ορισμένες καθυστερήσεις στην επικοινωνία που είναι αποτέλεσμα του Jitter. Πλέον πολλοί πάροχοι έχουν θέσει ανώτατα όρια ύπαρξης του Jitter.
- PLR: Ο ρυθμός απώλειας πακέτων επηρεάζει την προσλαμβανόμενη ποιότητα φωνής καθώς με την απώλεια πακέτων παραμορφώνεται το αρχικό φωνητικό σήμα.
- Codec: Η ποιότητα της κωδικοποίησης επηρεάζει από μόνη της την ποιότητα του τηλεφωνικού σήματος καθώς όταν ένα σήμα κωδικοποιείται και στη συνέχεια αποκωδικοποιείται παραμορφώνεται.

- Τέλος η ποιότητα του τηλεφωνικού σήματος επηρεάζεται από το θόρυβο στο ηχητικό σήμα, την ηχώ ή την ένταση

4.7.2 Πρωτόκολλα υπηρεσιών πραγματικού χρόνου

Ένα από τα πλέον σημαντικά θέματα που θα πρέπει να αναλυθούν είναι ακριβώς αυτό της παροχής του απαραίτητου bandwidth για την ικανοποίηση των επικοινωνιακών αναγκών.

Υπάρχουν τέσσερα (4) βασικά πρωτόκολλα που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο υποστηρίζονται υπηρεσίες πραγματικού χρόνου πάνω από το IP:

- Real-Time Transport Protocol (RTP),
- Real-Time Control protocol (RTCP),
- Resource ReserVation Protocol (RSVP)
- Real-Time Streaming Protocol (RTSP).



Σχήμα 4.12 : QoS Applications

1. Real-Time Transport Protocol (RTP).

Ο βασικός ρόλος του RTP είναι να δρα σαν ένα βελτιωμένο interface μεταξύ των εφαρμογών πραγματικού χρόνου (real time applications) και των πρωτοκόλλων του στρώματος μεταφοράς (transport layer) του υπάρχοντος δικτύου, όχι υποχρεωτικά του TCP. Και αυτό γιατί το RTP δημιουργήθηκε για να παρέχει απλές υπηρεσίες ανεξάρτητες του στρώματος μεταφοράς, με τη μόνη προϋπόθεση την "σχετικά έγκυρη" μεταφορά των πακέτων, με κάποια αναμενόμενη καθυστέρηση και μερικώς χωρίς τη σωστή τους σειρά. Στην πραγματικότητα το RTP είναι και το ίδιο ένα πρωτόκολλο μεταφοράς που κάνει χρήση του UDP, και σε καμία περίπτωση δε διασφαλίζει το επιθυμητό QoS, απλά υποβοηθά τον έλεγχο της μεταγωγής των πακέτων φωνής από τον αποστολέα στον παραλήπτη.

2. Real-Time Control protocol (RTCP).

Όπως προαναφέρθηκε, το RTP είναι ένα απλό πρωτόκολλο που επιδέχεται ως συμπλήρωμά του το RTCP, που ελέγχει και κατευθύνει τα RTP sessions μεταξύ των τερματικών, παρέχοντας πληροφορίες για την κατάσταση των ενεργών διασκέψεων. Δύο είναι οι τύποι πακέτων που ανταλλάσσονται, Sender reports (SR) και Receiver Reports (RR), και περιέχουν πληροφορίες για την κατάσταση κάθε μίας από τις RTP sessions. Αυτό λοιπόν που κυρίως τα πακέτα του RTCP μεταφέρουν, είναι πεδία που

δίνουν τη δυνατότητα ανάλυσης του ποσοστού των πακέτων δεδομένων που επιτυχώς έφτασαν στον προορισμό τους, δίνοντας αρκετά σαφή εικόνα της ικανότητας του δικτύου να υποστηρίξει αποτελεσματικά υπηρεσίες ποιότητας.

3. Real-Time Streaming Protocol.

Είναι το βασικό πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται κυρίως στο Internet, δρα στο application layer του OSI και αποτελεί συμπλήρωμα των RTP (που διανέμει τα πακέτα της πληροφορίας) και του RTCP (που αναφέρει την ποιότητα των υπηρεσιών που προσφέρεται). Το RTSP φροντίζει για δύο ακόμα βασικά ζητήματα που θα πρέπει να εκπληρώνονται σε ένα περιβάλλον εφαρμογών πολυμέσων, αυτά της ενημέρωσης του δικτύου για το απαιτούμενο bandwidth και της διαδικασίας αιτήματος υπηρεσιών πολυμέσων από ένα server. Πρόκειται λοιπόν για ένα πρωτόκολλο που ενεργεί πάνω από το TCP στρώμα, και ελέγχει την επικοινωνία μεταξύ ενός εξυπηρετητή πολυμέσων και των χρηστών που του απευθύνουν αιτήσεις για διασύνδεση και χρήση των εφαρμογών που αυτός προσφέρει (π.χ. αίτημα για start, stop, pause προς έναν playback server). Θα πρέπει να τονισθεί ότι το RTSP είναι αποκλειστικά και μόνο signaling protocol αφού πέραν του ελέγχου των data streams των διαφόρων ενεργών συνεδριών (active multimedia sessions), δεν ασχολείται με αποστολή πακέτων πληροφορίας (αυτό είναι αρμοδιότητα του RTP). Το πρωτόκολλο, όμως, που παρέχει τη δυνατότητα για πραγματικό QoS με τη μορφή της σηματοδότησης αιτήσεων από τους χρήστες για δέσμευση του αναγκαίου bandwidth του δικτύου είναι το RSVP, το οποίο και περιγράφεται στη συνέχεια.

4. Resource Reservation Protocol (RSVP).

Από τη στιγμή που πάνω από το IP δίκτυο δημιουργηθεί το μονοπάτι αποστολής των πακέτων, το RSVP αναλαμβάνει να διανείμει QoS αιτήσεις στα switches και τους routers που το υποστηρίζουν και βρίσκονται κατά μήκος της διαδρομής κίνησης της πληροφορίας, αν και θα πρέπει να σημειωθεί ότι το RSVP είναι πρωτόκολλο σηματοδότησης και όχι δρομολόγησης που υποστηρίζει unicast αλλά και multicast προς μία (uni-direction) κατεύθυνση μόνο. Για την ομαλή χρήση του RSVP απαιτείται η δυνατότητα για ομαλή απόκρισή του σε συνθήκες μεταβολής των

αλλαγών δρομολόγησης του δικτύου, κάτι που πραγματοποιείται με συνεχή ενημέρωση για την κατάσταση ροής των πακέτων και αίτηση για μεταβολή των "κρατήσεων" και προσαρμογή αυτών στις αλλαγές της δικτυακής τοπολογίας. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το RSVP δεν είναι πρωτόκολλο δρομολόγησης, κατά συνέπεια απαιτεί την πρότερη ύπαρξη ενός εκ των layer 3 protocols (BGP, IGRP, IS-IS) προκειμένου λειτουργήσει. Η "κράτηση" στο δρομολογητή υλοποιείται με αναφορά του RSVP σε δύο decision modules, το admission control που καθορίζει τη δυνατότητα ύπαρξης και διαθεσιμότητας των απαιτούμενων resources και του policy control που ελέγχει το κατά πόσο ο χρήστης είναι εξουσιοδοτημένος για να του αποδοθούν υπηρεσίες QoS. Εάν τα παραπάνω επιτευχθούν, αποδίδονται στα πακέτα του χρήστη οι ανάλογες ιδιότητες και προτεραιότητες επεξεργασίας και αποστολής. Τα ζητήματα πάντως που τίθενται προς διερεύνηση έχουν να κάνουν με το γεγονός της προσωρινής απώλειας του ζητούμενου QoS κατά τη διαδικασία της επαναδρομολόγησης, αλλά και του τρόπου παροχής αυτού σε περιπτώσεις πολλαπλών παραληπτών ενός κοινού multicast group. Το RSVP κάνει χρήση queuing τεχνικών (Weighted Fair Queuing WFQ, Weighted Random Early Detection WRED) για τη διασφάλιση του επιθυμητού QoS.

Παρόλο που η αναφορά σε ποιότητα τηλεπικοινωνιακής υπηρεσίας παραπέμπει, εκ πρώτης όψεως, στην υποκειμενική κρίση του εμπλεκόμενου μέρους (καλούντα ή/και καλούμενου), η συστηματική ανάλυση του θέματος από τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών επέτρεψε τη διατύπωση σε αριθμό Συστάσεών της, μεθόδου αντικειμενικής πρόβλεψης της αντίληψης ποιότητας φωνητικής επικοινωνίας (PESQ: Perceptual Evaluation of Speech Quality) σε σχέση με τις υπάρχουσες υποκειμενικές μεθόδους.

Παράλληλα, αναπτύχθηκε μοντέλο πρόβλεψης της υποκειμενικής αντίληψης της ποιότητας φωνητικής επικοινωνίας (E-model), το οποίο πραγματοποιεί πρόβλεψη ποιότητας βασισμένο σε τεχνικές παραμέτρους του χρησιμοποιούμενου δικτύου. Το E-model βασίζεται στην κλίμακα R [0,100] στην οποία οι παράμετροι μείωσης της ποιότητας της φωνητικής επικοινωνίας έχουν αθροιστικό αποτέλεσμα, και δίνεται από $R = R_0 - I_s - I_d - I_e + A$ όπου:

R₀: Συνολικές επιπτώσεις του θορύβου (background noise, circuit noise κτλ),

Is: Επιπτώσεις από τη μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (quantization impairments + loud sidetone)

Id: Επιπτώσεις συνέπεια της καθυστέρησης άφιξης του σήματος (delay impairments: distance covered, talker and listener echo, loss of interactivity),

Ie: Επιπτώσεις συγγενείς με τη χρήση συγκεκριμένου από/κωδικοποιητή (codec related) και με απώλεια πακέτων (packet loss),

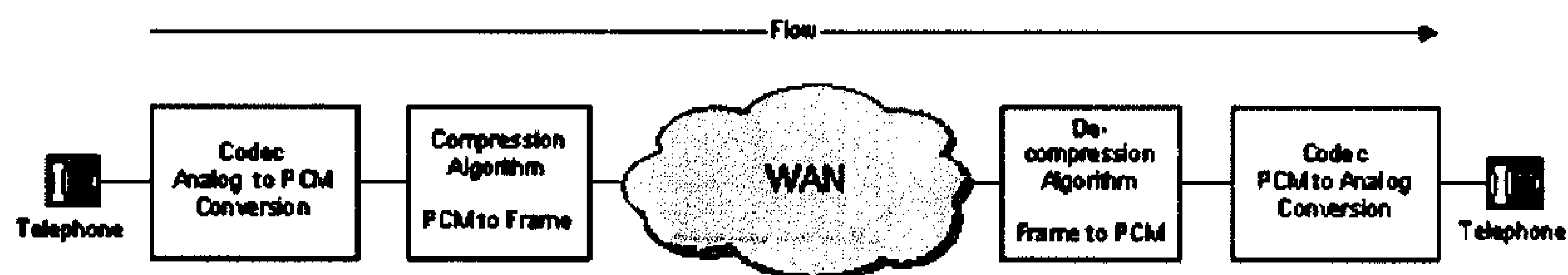
A: Παράγοντας που σχετίζεται με το επίπεδο ποιότητας που αναμένει ο χρήστης (καλών ή/και καλούμενος).

Στη Σύσταση ITU-T G.109 γίνεται αναφορά στο επίπεδο ποιότητας φωνητικής επικοινωνίας που οι τιμές του δείκτη R παραπέμπουν. Οι περιορισμοί χρήσης του E-model, όπως αυτοί περιγράφονται στη Σύσταση G.107, σημειώνονται, παρά ταύτα όμως καταγράφεται το γεγονός ότι το E-model χρησιμοποιείται ως βάση υπολογισμού της ποιότητας φωνητικής επικοινωνίας που επιτυγχάνεται μέσω ενός δικτύου πακετομεταγωγής. Αποτελεί γεγονός ότι στα δίκτυα πακετομεταγωγής (packet switched telephony) εισάγονται στοιχεία που προκαλούν μείωση της ποιότητας σε σχέση με την παραδοσιακή τηλεφωνία (circuit switched telephony), αφού υπεισέρχονται πρόσθετοι παράγοντες όπως κωδικοποίηση (encoding), πακετοποίηση (packetization), queueing, dejittering και αποκωδικοποίηση (decoding). Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται από κάθε από/κωδικοποιητή για την αποστολή και παραλαβή πακέτων φωνής προκαλούν μια εγγενή μείωση του ανώτατου ορίου ποιότητας [R=100] που είναι δυνατό να επιτευχθεί. Παράλληλα, ως αποτέλεσμα της συμπίεσης της φωνής και της αποστολής της σε πακέτα, παρατηρείται μείωση της ποιότητας της φωνητικής επικοινωνίας ως συνέπεια της απώλειας πακέτων (Packet loss). Στα πλαίσια σύγκρισης της ποιότητας φωνητικής επικοινωνίας που επιτυγχάνεται από την παραδοσιακή τηλεφωνία έναντι αυτής μιας δικτυακής διάταξης πακετομεταγωγής, με αναφορά στο E-model και τις παραμέτρους R₀, I_s και A να είναι κοινές, η προσοχή εστιάζεται στις παραμέτρους I_d και I_e, και πιο συγκεκριμένα στις επιπτώσεις των στοιχείων propagation delay (5[~]s/km), echo loss, codec-related impairments & packet loss.

4.7.3 Delay

Στο διάγραμμα που ακολουθεί φαίνεται η ροή ενός κυκλώματος φωνής. Το αναλογικό σήμα του τηλεφώνου ψηφιοποιείται σε PCM (Pulse Code Modulation) μέσω του codec. Τα PCM δείγματα στη συνέχεια περνάνε από το αλγόριθμο συμπίεσης που συμπιέζει τη φωνή σε μορφή πακέτου για μετάδοση μέσω του WAN. Από την άλλη πλευρά γίνονται ακριβώς οι ίδιες διαδικασίες με αντίθετη σειρά.

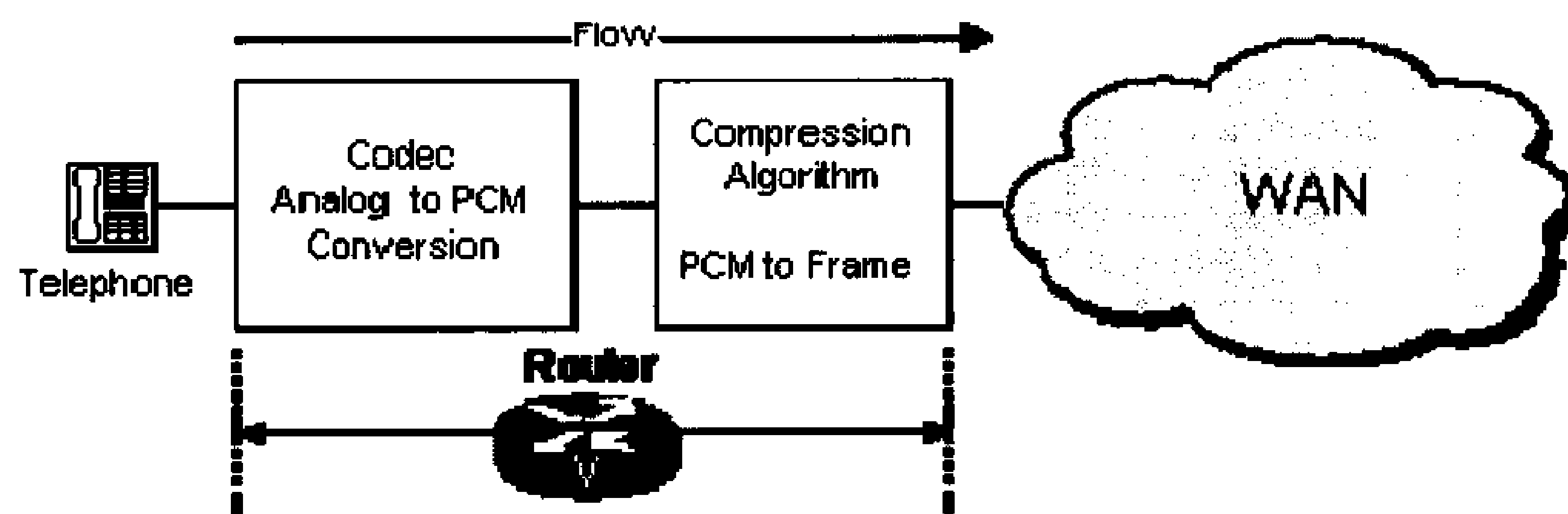
End-to-End Voice Flow



Σχήμα 4.13 : Ροή κυκλώματος φωνής

Ανάλογα με το πώς έχει ρυθμιστεί το δίκτυο, το router/gateway μπορεί να εκτελεί τόσο την κωδικοποίηση (codec) όσο και την λειτουργία της συμπίεσης ή μία από αυτές. Για παράδειγμα αν χρησιμοποιείται ένα αναλογικό σύστημα φωνής τότε το router/gateway εκτελεί τη λειτουργία codec και τη λειτουργία συμπίεσης όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί

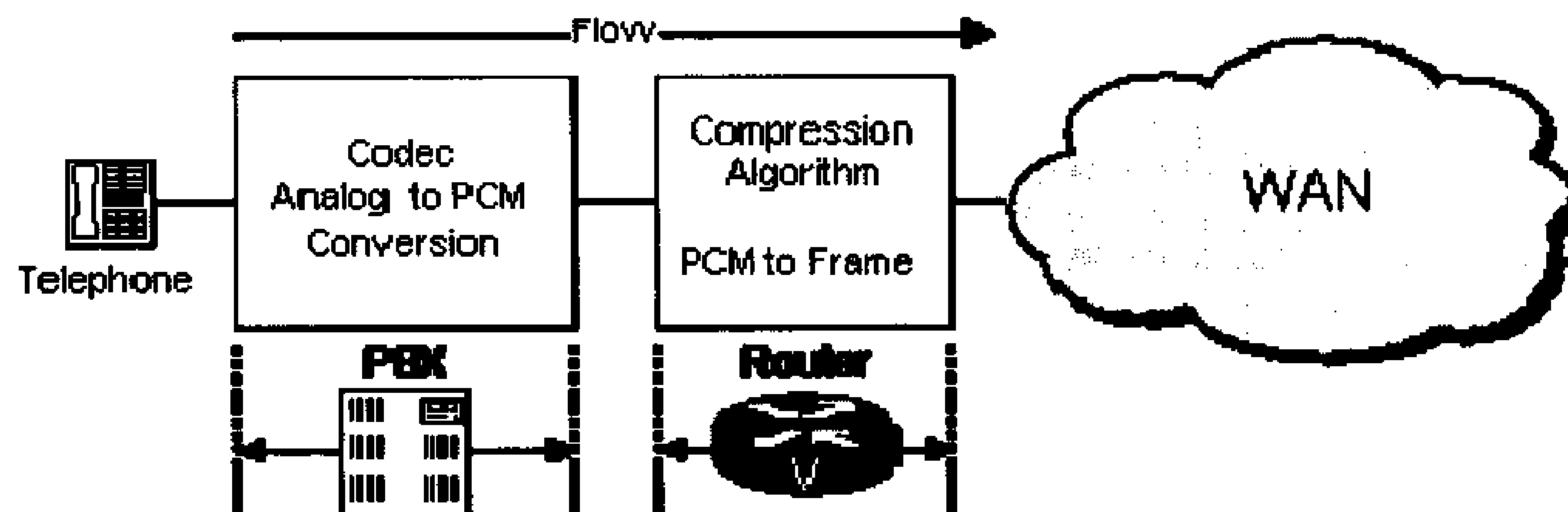
Codec Function in Router/Gateway



Σχήμα 4.14 : Router codec

Αν χρησιμοποιείται ένα ψηφιακό PBX, τότε το PBX εκτελεί τη λειτουργία της κωδικοποίησης και το router τη λειτουργία της συμπίεσης όπως φαίνεται παρακάτω.

Codec Function in PBX



Σχήμα 4.15 : Router compression

Όρια καθυστέρησης

Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union) θεωρεί καθυστέρηση δικτύου για εφαρμογές φωνής τη σύσταση G.114. Η σύσταση αυτή θέτει 3 ζώνες καθυστέρησης όπως φαίνεται παρακάτω.

Όρια σε χιλιοστά του δευτερολέπτου	Περιγραφή
0-150	Αποδεκτή για τις περισσότερες εφαρμογές χρήστη.
150-400	Αποδεκτό υπό την προϋπόθεση ότι οι διαχειριστές γνωρίζουν το χρόνο μετάδοσης και τον αντίκτυπο που έχει στη ποιότητα μετάδοσης των εφαρμογών χρήστη.
0-150	Μη αποδεκτή εκτός εξαιρετικών περιπτώσεων.

Σχήμα 4.16: Όρια Jitter

Το πρόβλημα στις μεταδόσεις φωνής μέσα από δίκτυα δεδομένων όπως IP (VOIP) είναι η καθυστέρηση (delay) στα πακέτα δεδομένων η οποία εισέρχεται λόγω της αρχιτεκτονικής των δικτύων αυτών. Τα επιτρεπτά επίπεδα καθυστέρησης σύμφωνα με τις ITU συστάσεις είναι ανάμεσα στα 150-400 msec.

Η καθυστέρηση χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- Η καθυστέρηση διάδοσης (propagation delay) που αποδίδεται στα χαρακτηριστικά του μέσου
- Η καθυστέρηση επεξεργασίας (handling delay) που αποδίδεται στις διάφορες ενεργές συσκευές οι οποίες παρεμβαίνουν στη διαδρομή από την εκκίνηση στον προορισμό.

Η καθυστέρηση επεξεργασίας (την οποία σε κάποιο σημαντικό βαθμό μπορούμε να την ελέγξουμε) την χωρίζουμε σε τρεις υποκατηγορίες ανάλογα με το σημείο του δικτύου που παρουσιάζεται:

- Καθυστέρηση επεξεργασίας στο σημεία εκκίνησης

- Καθυστέρηση επεξεργασίας μέσα στο δίκτυο
- Καθυστέρηση επεξεργασίας στο σημείο προορισμού.

Ας ξεκινήσουμε λοιπόν εξετάζοντας αναλυτικά αυτά τα είδη καθυστέρησης.

Καθυστέρηση επεξεργασίας στο σημείο εκκίνησης

Στο σημείο αυτό παρατηρούμε δύο είδη καθυστερήσεων: Το πρώτο είδος καθυστέρησης το εισάγει ο codec (codec delay). Ο codec εκτελεί διάφορες πράξεις με πιο σημαντικές, για την καθυστέρηση, τρεις: Την κωδικοποίηση της φωνής, την συμπίεση και την τοποθέτηση των δεδομένων φωνής σε πακέτα συγκεκριμένου μήκους. Συνολικά ο (codec) μπορεί να προκαλέσει καθυστέρηση ως και 35 msec (εξαρτάται από το είδος του codec). Ακολουθεί ενδεικτικός Πίνακας με είδη codec's και την αντίστοιχη καθυστέρηση που εισάγουν. Το μέγεθος της καθυστέρησης που αναφέρεται, αντιστοιχεί στην παραγωγή ενός δείγματος φωνής. Τώρα εξαρτάτε από το αν τα δείγματα φωνής αυτά αποτελούν και ξεχωριστά πακέτα για το δίκτυο μας, για να αντιληφθούμε πλήρως την καθυστέρηση.

PCM (G.711)	4.4	0.75
32K ADPCM (G.726)	4.2	1
16K LD-CELP (G.728)	4.2	3-5
8K CS-ACELP (G.729)	4.2	10
8K CS-ACELP (G.729a)	4.2	10
6.3 MPMLG (G.723.1)	3.98	30
5.3 ACLEP (G723.1)	3.5	30

Σχήμα 4.17 : Είδη codec

Αναλυτικά, για παράδειγμα, μελετώντας τον codec G.729 (που θεωρείται αυτή τη στιγμή σαν ο πιο ισορροπημένος σε σχέση ποιότητας / απόδοσης μπορούμε να αναφέρουμε ότι ο codec αυτός παράγει κάθε 20 msec 2 δείγματα φωνής των 10 bytes έκαστο, τα οποία συνθέτονται σε ένα πακέτο δεδομένων. Άρα για κάθε πακέτο φωνής που θα εκπέμπουμε στο δίκτυο (ωφέλιμου μεγέθους 20 bytes), η καθυστέρηση θα

είναι 20 msec. Σημειώστε ότι στα 20 bytes αυτά αργότερα θα προστεθούν οι headers των IP/UDP/RTP για να δημιουργηθεί ολοκληρωμένο το πακέτο. Συν το γεγονός ότι ο codec απαιτεί 5 msec ακόμη για look-ahead, μας δημιουργεί συνολικά μία καθυστέρηση 25 msec για κάθε πακέτο φωνής. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η καθυστέρηση είναι σταθερή και άρα εύκολη να προϋπολογιστεί.

Το δεύτερο είδος καθυστέρησης που παρατηρούμε στο σημείο εκκίνησης προέρχεται από την καθυστέρηση των (IP πια) πακέτων στην ουρά εξόδου (Output Queuing Delay) του δρομολογητή μας (για παράδειγμα, στην ουρά εξόδου μιας σειριακής σύνδεσης). Αυτό το είδος καθυστέρησης είναι μεταβλητό και πολύ πιο δύσκολο να προσδιοριστεί. Εξαρτάται από πολλούς παράγοντες μεταξύ των οποίων και τα ίδια τα χαρακτηριστικά του δρομολογητή. Πρέπει γενικά να διατηρείται σε επίπεδα κάτω των 10 msec.

Καθυστέρηση επεξεργασίας μέσα στο δίκτυο

Σαν καθυστέρηση επεξεργασίας μέσα στο δίκτυο ορίζουμε το χρόνο που θα χρειαστεί το πακέτο να φτάσει από τον δρομολογητή εκκίνησης (αφού έχει γίνει η κατάλληλη επεξεργασία και το πακέτο είναι έτοιμο για εκπομπή) στον δρομολογητή προορισμού (μόλις το πακέτο εισαχθεί στην ουρά εισόδου).

Σε αυτό το είδος της καθυστέρησης παίζουν ρόλο τρεις παράγοντες:

- Ο ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων μας από το σημείο εκκίνησης προς το δίκτυο (serialization Up-link delay).
- Ο ρυθμός μετάδοσης από το δίκτυο προς το σημείο προορισμού (serialization Down-link delay).
- Οι εσωτερικές καθυστερήσεις του ίδιου του δικτύου κορμού (General Network Delay)

Είναι φανερό ότι τις καθυστερήσεις αυτές οι οποίες είναι εσωτερικές στο δίκτυο κορμού δεν μπορεί να τις ελέγξει ο απλός χρήστης. Είναι ευθύνη του παροχέα υπηρεσιών, αν πρόκειται για δημόσιο δίκτυο ή του administrator αν πρόκειται για κάποιο μεγάλο ιδιωτικό δίκτυο. Είναι μεταβλητό είδος καθυστέρησης και δύσκολα μετρήσιμο. Φυσικά υπάρχουν πολλοί τρόποι να ελεγχθεί αυτή η καθυστέρηση. Εξαρτάται άμεσα από το είδος του πρωτοκόλλου που χρησιμοποιούμε για το δίκτυο

κορμού (π.χ. IP, ATM, κλπ), καθώς και από τις ίδιες τις δυνατότητες των συσκευών μας.

Όσον αφορά τους δύο πρώτους παράγοντες όμως (ταχύτητα των γραμμών πρόσβασης), ο χρήστης μπορεί να επηρεάσει άμεσα τις καθυστερήσεις αυτές, αφού η ταχύτητα πρόσβασης είναι επιλογή του χρήστη. Αυτό το είδος της καθυστέρησης το ονομάζουμε serialization delay και δεν είναι τίποτε άλλο από το χρόνο που χρειάζεται ένα πακέτο για να εξυπηρετηθεί από έναν δεδομένο ρυθμό μετάδοσης. Το serialization delay μπορεί να γίνει πηγή πολύ μεγάλων καθυστερήσεων, αλλά επειδή είναι σταθερό και προβλέψιμο μπορούμε να το προϋπολογίσουμε. Η καθυστέρηση αυτή είναι συνάρτηση τόσο της ταχύτητας της γραμμής όσο και του μεγέθους του πακέτου. Αν χρησιμοποιήσουμε σαν οδηγό τον παρακάτω πίνακα τότε κατανοούμε το πιθανό μέγεθος του προβλήματος.

Frame Size (bytes)	Line Speed (Kbps)										
	19.2	56	64	128	256	384	512	768	1024	1544	2048
38	15.83	5.43	4.75	2.38	1.19	0.79	0.59	0.40	0.30	0.20	0.15
48	20.00	6.86	6.00	3.00	1.50	1.00	0.75	0.50	0.38	0.25	0.19
64	26.67	9.14	8.00	4.00	2.00	1.33	1.00	0.67	0.50	0.33	0.25
128	53.33	18.29	16.00	8.00	4.00	2.67	2.00	1.33	1.00	0.66	0.50
256	106.67	36.57	32.00	16.00	8.00	5.33	4.00	2.67	2.00	1.33	1.00
512	213.33	73.14	64.00	32.00	16.00	10.67	8.00	5.33	4.00	2.65	2.00
1024	426.67	149.29	128.0	64.00	32.00	21.33	16.00	10.67	8.00	5.31	4.00
1500	625.00	214.29	187.5	93.75	46.88	31.25	23.44	15.63	11.72	7.77	5.86
2048	853.33	292.57	256.0	128.00	64.00	42.67	32.00	21.33	16.00	10.61	8.00

Σχήμα 4.18 : Παρουσίαση καθυστερήσεων

Παρατηρούμε λοιπόν ότι ένα πακέτο 1500 bytes (σε μία γραμμή T1 (1544 kbps) χρειάζεται 7.77 msec για να φτάσει στον προορισμό του (απέναντι ενεργή συσκευή). Το ίδιο πακέτο σε μια γραμμή 56 kbps χρειάζεται 214.29 msec, πολύ περισσότερο από τα 150 msec που έχουμε προδιαγράψει ως την επιθυμητή συνολική καθυστέρηση για το δίκτυο μας. Στην πράξη το πρόβλημα αυτό εμφανίζεται όταν ένα μεγάλο πακέτο δεδομένων (π.χ. 1500 bytes μίας μεταφοράς FTP) προηγηθεί στην ουρά εξόδου του δρομολογητή μας, ενός πακέτου φωνής (το οποίο συνήθως είναι μικρό και σταθερό π.χ. 80 bytes). Αν λοιπόν στο σημείο εκκίνησης ένα πακέτο δεδομένων 1500 bytes καταλάβει την ουρά εξόδου σε μία γραμμή 56 kbps τότε αυτό το πακέτο θα καταλάβει τη γραμμή για 214.29 msec. Αυτό σημαίνει ότι ο δέκτης μας (το σημείο προορισμού) δεν πρόκειται να δει κάποιο πακέτο φωνής για 214.29 msec. Φυσικά ο δρομολογητής προορισμού μπορεί να υλοποιήσει κάποιο buffering αλλά δεν έχει νόημα να το κάνει για 214 msec γιατί ούτως ή άλλως τότε θα έχουμε υπερβεί τον στόχο των 150 msec. Τότε ο δέκτης θα αποδεχτεί το καθυστερημένο πακέτο φωνής σαν χαμένο (packet loss) και θα μας επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα. Άρα σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης ή θα πρέπει να χρησιμοποιήσει μεγαλύτερη γραμμή ή θα πρέπει να ενεργοποιήσει κάποιους αλγόριθμους QoS (όπως LFI- Link Fragmentation and Interleaving) ώστε να μην εμφανίζεται το φαινόμενο αυτό. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η καθυστέρηση έχει νόημα μόνο αν το δίκτυο πρόσβασης είναι IP ή Frame-Relay τα οποία χρησιμοποιούν πακέτα μεταβλητού μεγέθους και έχει νόημα σε γραμμές κάτω των 512 kbps, αφού από 512 kbps και πάνω, η επίδραση του serialization delay μικραίνει αισθητά.

Καθυστέρηση επεξεργασίας στο σημείο προορισμού

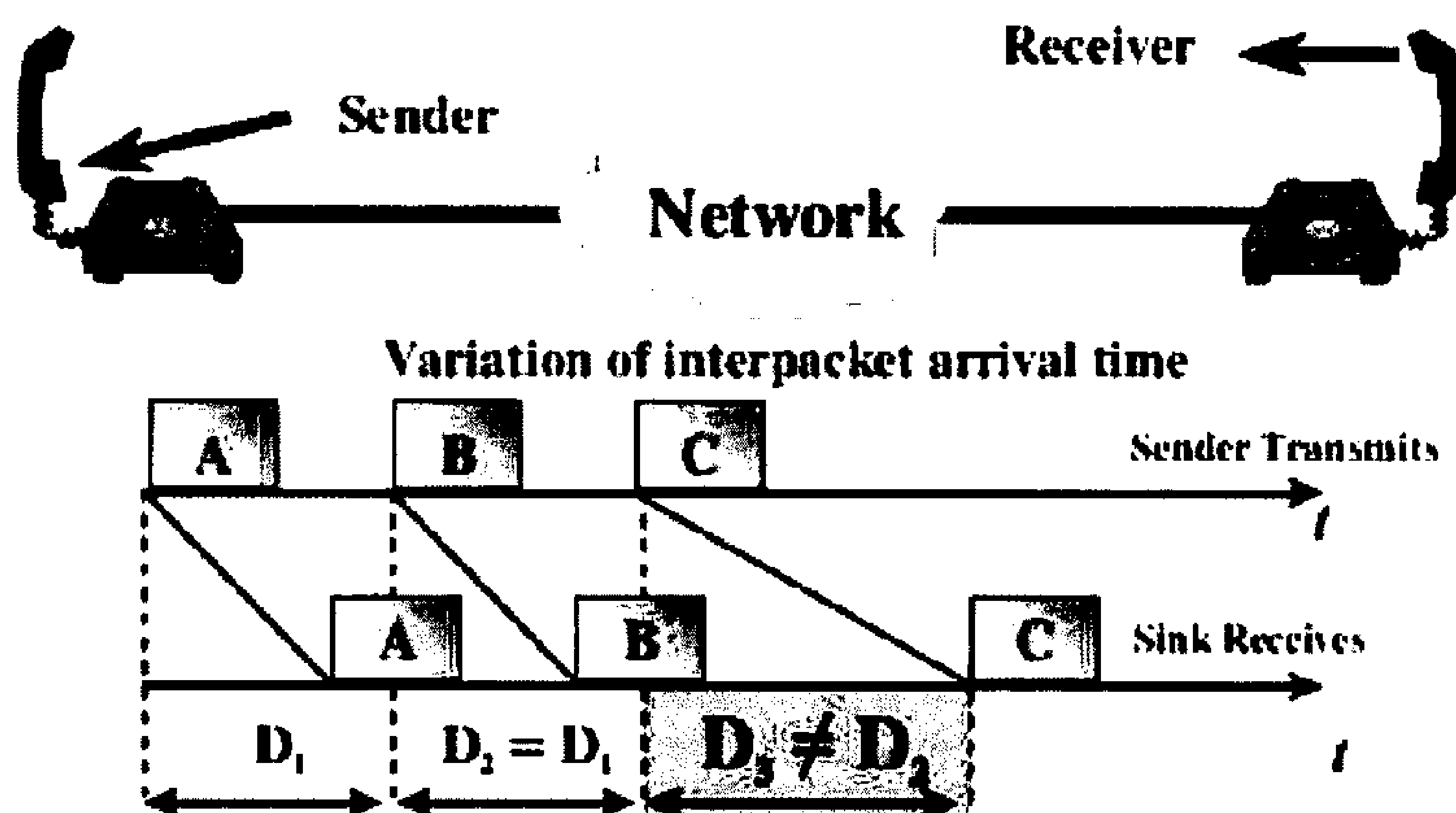
Στο σημείο προορισμού υπάρχουν κάποια κοινά είδη καθυστέρησης με το σημείο εκκίνησης σαν μια σημαντική διαφοροποίηση. Συνολικά στο σημείο προορισμού παρατηρούμε τρία βασικά είδη καθυστέρησης.

- Η καθυστέρηση λόγω του codec (codec delay)
- Η καθυστέρηση στην ουρά εισόδου του δρομολογητή (Input Queuing Delay)
- Η καθυστέρηση λόγω του jitter buffer.

Τα δύο πρώτα είδη έχουν πολλά κοινά με τις καθυστερήσεις που έχουν αναφερθεί στο σημείο εκκίνησης, με μόνη διαφορά ότι στο σημείο εκκίνησης είχαμε

καθυστέρηση στην ουρά εξόδου, ενώ εδώ καθυστέρηση στην ουρά εισόδου. Επίσης η καθυστέρηση του codec στο σημείο προορισμού είναι πολύ μικρότερη από ότι στο σημείο εκκίνησης (λιγότερο από το μισό). Οι ίδιες βασικές αρχές ισχύουν και στις δύο περιπτώσεις. Επομένως σε αυτήν την παράγραφο θα ασχοληθούμε πιο αναλυτικά με την καθυστέρηση λόγω jitter buffer.

Το jitter όπως έχουμε αναφέρει είναι το σημαντικότερο ίσως πρόβλημα στα δίκτυα δεδομένων και ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ του αναμενόμενου (θεωρητικού) χρόνου άφιξης ενός πακέτου στο σημείο προορισμού και του πραγματικού χρόνου άφιξης. Αυτό φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 4.19 : Προσδιορισμός καθυστέρησης

Αν το σημείο εκκίνησης παράγει πακέτα φωνής κάθε 20 msec τότε στο σημείο προορισμού - λόγω διαφόρων καθυστερήσεων π.χ στο δίκτυο κορμού - θα παρατηρήσουμε άφιξη πακέτων, όχι κάθε 20 msec αλλά κάθε ένα τυχαίο διάστημα. Η διαφορά αυτή μεταξύ του τυχαίου διαστήματος και των 20 msec αποτελεί το jitter. Η απάντηση στο πρόβλημα του jitter δίνεται με την χρήση buffering στο σημείο προορισμού, έτσι ώστε ο δρομολογητής προορισμού να παράγει με σταθερό ρυθμό τα πακέτα φωνής στον τελικό χρήστη 'κρύβοντας' την μεταβλητή αυτή καθυστέρηση.

Συνολικός προϋπολογισμός

Συνυπολογίζοντας κανείς όλες τις επιμέρους καθυστερήσεις του δικτύου μπορεί να προϋπολογίσει την καθυστέρηση που ένα πακέτο φωνής μπορεί να συναντήσει κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του.



	Fixed Delay	Variable Delay
Καθυστέρηση μετάδοσης Propagation Delay (Private Lines)	20 msec	
Σημείο εκκίνησης CODEC Delay G. 729 (5 msec look ahead)	5 msec	
Σημείο εκκίνησης CODEC Delay G.729 (10msec per frame)	20 msec	
Σημείο εκκίνησης - Output Queuing delay		6 msec
Serialization Delay uplink 64 Kbps Trunk - 64 bytes πακέτο	3msec	
Network Delay (e.g. Public Frame Relay)		?
Serialization Delay Downlink 64 Kbps Trunk - 64 bytes πακέτο	3msec	
Σημείο προορισμού - Input Queuing delay		5msec
Σημείο προορισμού CODEC delay G.729	8msec	
Σημείο προορισμού DeJitter Buffer		4-200ms
Total	120msec	

50ms used in this example

Σχήμα 4.20 : Πηγές καθυστέρησης

Η συνολική καθυστέρηση του συγκεκριμένου παραδείγματος προκύπτει 120 msec, πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχει ανοχή 30 msec ακόμη για τις περισσότερο ανεξέλεγκτες επιδράσεις του δικτύου κορμού. Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα, αντιλαμβανόμαστε ότι συγκεκριμένα είδη καθυστέρησης είναι σταθερά, και κάποια από αυτά, δεν μπορούμε να τα αποφύγουμε. Αυτά τα μεγέθη είναι:

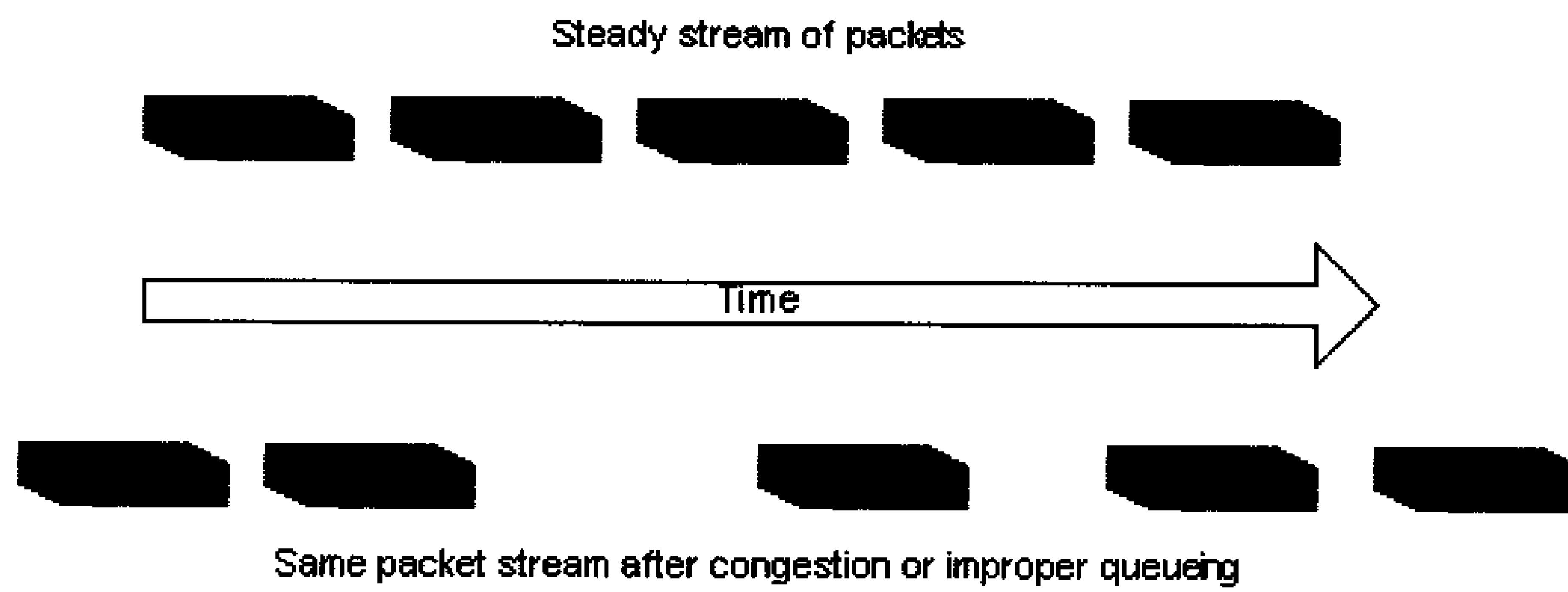
- η καθυστέρηση μετάδοσης (propagation delay)
- η καθυστέρηση των codecs
- τα serialization delay των γραμμών.

Βεβαίως αν οι ρυθμοί μετάδοσης είναι αρκετά μεγάλοι, η επίδραση του serialization delay μπορεί να είναι αμελητέα. Όπως αμελητέα είναι και η επίδραση της καθυστέρησης μετάδοσης για μικρές (εθνικές για την περίπτωση της χώρας μας) αποστάσεις στην περίπτωση του χαλκού ή της οπτικής ίνας. Ενώ όμως για την καθυστέρηση των codec και για την καθυστέρηση μετάδοσης δεν υπάρχει προφανής θεραπεία (εκτός από την επιλογή άλλου codec ή εναλλακτικού μέσου μετάδοσης), για την αντιμετώπιση του serialization delay υπάρχουν τρόποι αντιμετώπισης τόσο στα Frame Relay όσο και στα IP δίκτυα. Συγκεκριμένα το Frame Relay προβλέπει την χρήση LFI για τον τεμαχισμό των μεγάλων πακέτων σε πολλά μικρά έτσι ώστε τα μεγάλα πακέτα να μην καθυστερούν τα μικρά.

Η καθυστέρηση πάντως είναι ένα πιθανά υπαρκτό πρόβλημα στα δίκτυα δεδομένων, αλλά όταν γίνει σωστός σχεδιασμός και πρόβλεψη των διαφόρων μεγεθών σε συνδυασμό με μηχανισμούς ελέγχου που προσφέρουν οι συσκευές δικτύου τότε η κατάσταση μπορεί να ελεγχθεί και να επιτύχουμε την ιδανική σχέση ποιότητας / απόδοσης στη μετάδοση τόσο φωνής όσο και δεδομένων.

4.7.4 Jitter

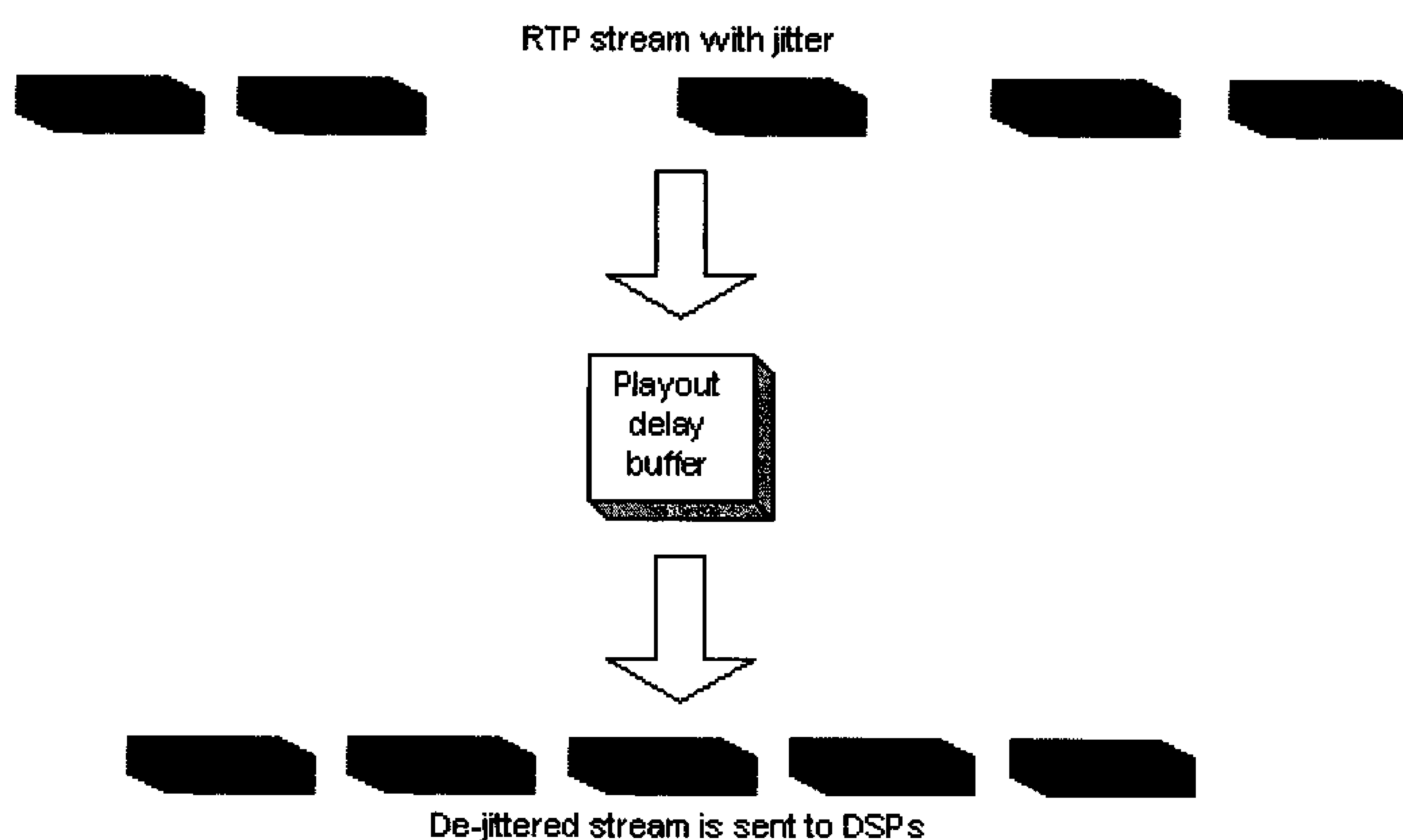
Το Jitter ορίζεται ως μία παραλλαγή της καθυστέρησης των ληφθέντων πακέτων. Από τη πλευρά του αποστολέα, τα πακέτα στέλνονται σε μία συνεχή ροή και ακολουθούνται από ίσα διαστήματα μεταξύ τους. Εξαιτίας της συμφόρησης του δικτύου ή τυχόν λανθασμένων παραμέτρων δικτύου, αυτή η σταθερή ροή μπορεί να χαλάσει ή η καθυστέρηση μεταξύ των πακέτων μπορεί να αλλάξει αντί να παραμείνει σταθερή.



Σχήμα 4.21 : Απεικόνιση μεταβολής ροής των πακέτων

Όταν ένα router λαμβάνει ένα RTP(Real –Time Protocol) ήχου για VOIP πρέπει να αντισταθμίζει το Jitter που περιέχεται. Ο μηχανισμός που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση μίας τέτοιας κατάστασης είναι ο playout delay buffer. Ο playout delay buffer αποθηκεύει στη buffer αυτά τα πακέτα και στη συνέχεια τα αναπαράγει με σταθερό ρυθμό στους DSPs (Digital Signal Processors) για να τα μετατρέψει πάλι αναλογική ροή ήχου. Ο playout delay buffer αναφέρεται και ως de-jitter buffer.

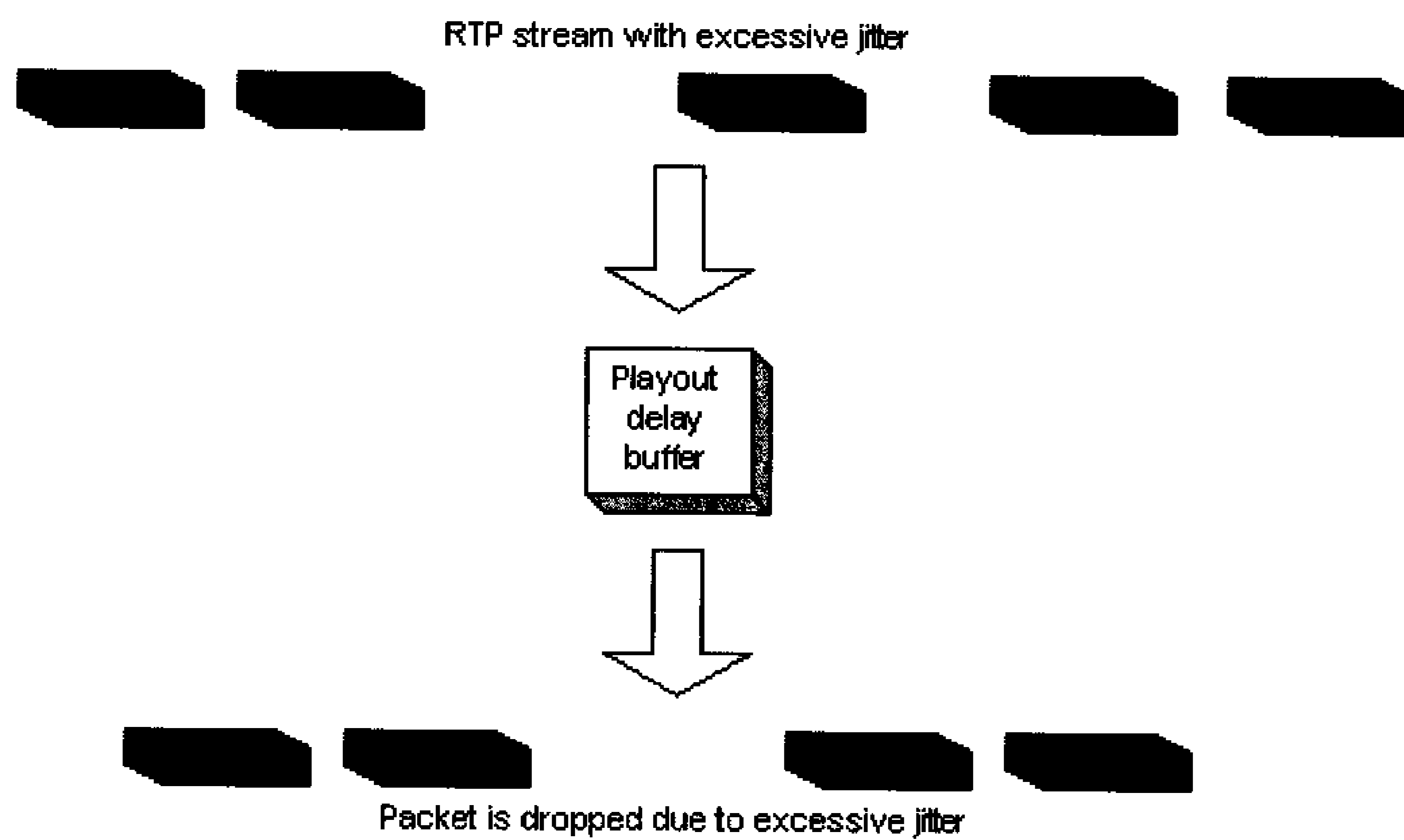
Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται το αποτέλεσμα του playout delay buffer.



Σχήμα 4.22 : Λειτουργία του playout delay buffer

Αν το jitter είναι τόσο μεγάλο ώστε να βγαίνει η παραλαβή πακέτων εκτός μνήμης buffer , τότε τα πακέτα που είναι εκτός εύρους απορρίπτονται και ακούγονται κενά στον ήχο. Για απώλειες μικρές όσο ένα πακέτο ,το DSP παρεμβάλλει ότι νομίζει ότι ο ήχος πρέπει να είναι και έτσι κανένα πρόβλημα δεν γίνεται αντιληπτό. Όταν όμως το jitter υπερβαίνει αυτά που το DSP μπορεί να κάνει για να αναπληρώσει τα χαμένα πακέτα, τότε εμφανίζονται ηχητικά προβλήματα.

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται πως διαχειρίζεται ο playout delay buffer το υπερβολικό jitter.



Σχήμα 4.23 : Αδυναμία επίλυσης μέσω του playout delay buffer

Κεφάλαιο 5^ο

Παρουσίαση προτεινόμενης λύσης

Σε αυτό το σημείο θα παρουσιάσουμε την λύση επικοινωνίας την οποία προτείνουμε για μία πολυεθνική εταιρία κάτω από ένα ενοποιημένο επικοινωνιακό δίκτυο. Σύμφωνα με το case study που θα μελετήσουμε θεωρούμε ότι έχουμε γραφεία στο Ντουμπάι ,στην Αίγυπτο, στην Αθήνα, στην Σαουδική Αραβία και στην Ολλανδία που είναι συνδεδεμένα μέσω ενός MPLS data network το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε για να δημιουργήσουμε την τηλεφωνική επικοινωνία μεταξύ των περιοχών αυτών.

5.1 Επιλογή προμηθευτή VOIP προϊόντων

Η αγορά της VOIPτηλεφωνίας κατακλύζεται από πολλούς προμηθευτές VOIPπροϊόντων.

Οι πιο σημαντικοί είναι οι εξής :

- Avaya
- Cisco
- Siemens
- Alcatel
- Nortel
- Mitel
- NEC
- 3COM
- ShoreTel
- Inter-tel

Η επιλογή μιας εταιρίας VOIP προϊόντων είναι ίσως από τις πιο δύσκολες αποφάσεις που πρέπει να λάβουμε.

Η InfoTech, μία εταιρία η οποία κατέχει ηγετική θέση στις έρευνες που αφορούν τον τρόπο με τον οποίο κάθε επιχείρηση επιλέγει μία εταιρία προϊόντων VOIP, έχει παραθέσει τα συμπεράσματα της σε μία έκθεση με τίτλο, "Strategies for IPTelephony Evaluation and Migration". Η περιγραφή των προτεραιοτήτων που αναφέρονται παρακάτω είναι βασισμένες στην έκθεση της InfoTech.

5.1.1 Βασικά στοιχεία επιλογής των προμηθευτών

Η InfoTech παρουσιάζει μία λίστα των σημαντικότερων προτεραιοτήτων για την επιλογή των προμηθευτών:

- **Ισοδύναμη ποιότητα φωνής με αυτή του TDM (Time-division multiplexing)**

Οι εταιρείες είναι πρόθυμες να χρησιμοποιούν προϊόντα των οποίων η ποιότητα φωνής τείνει σε αυτή ενός συστήματος TDM. Το TDM χρησιμοποιείται σε κυκλώματα επικοινωνίας όπως είναι το PSTN.

- **Εύκολη επεκτασιμότητα**

Αν η επιχείρηση ενός πελάτη μεγαλώσει η μικρύνει, τότε το προϊόν θα πρέπει να είναι έτοιμο να υποστηρίξει την εκάστοτε αλλαγή ανά πάσα στιγμή.

- **Διαλειτουργικότητα**

Το VOIP είναι μέρος του δικτύου, για το λόγο αυτό θα πρέπει να είναι συμβατό με τον ήδη υπάρχοντα εξοπλισμό δικτύου και πρέπει να είναι σε θέση να υποστηρίξει νέα έργα του.

- **Πλήρης σουίτα με χαρακτηριστικά επικοινωνίας**

Όλοι οι προμηθευτές VOIP προϊόντων παρέχουν πολλά χαρακτηριστικά όπως ιστορικό κλήσεων, δυνατότητα τηλεφωνικής συνδιάσκεψης, υπηρεσία follow-me, κ.α.. Οι πελάτες συγκρίνουν τα χαρακτηριστικά αυτά και βρίσκουν το προϊόν που είναι πιο κοντά στις ανάγκες τους και κατ' επέκταση της επιχείρησης.

- Ευκολία εφαρμογής / διαχείρισης / συντήρησης

Προκειμένου να καταστούν εύκολα τα στάδια της εφαρμογής ,διαχείρισης και συντήρησης, είναι απαραίτητη η υποστήριξη του δικτύου VOIP από ένα εξειδικευμένο τμήμα IT.

- Συνολικό κόστος και διάστημα αποπληρωμής

Οι πελάτες συγκρίνουν όλα τα κόστη (κόστη υλικών, κόστη αναβάθμισης δικτύου, κόστη εφαρμογών κ.α.)με σκοπό να βρουν την προσφορά εκείνη η οποία μπορεί να καλυφθεί από τον προϋπολογισμό της εταιρείας.

- Ευκολία στη χρήση

Είναι σημαντικό να είναι εύκολο στη χρήση από τους τελικούς χρήστες καθώς και όλες οι υποστηριζόμενες λειτουργίες πρέπει να είναι απλές στους εργαζομένους. Τέλος κυρίαρχο ρόλο παίζει η εξάλειψη της ανάγκης για βασική εκπαίδευση του προσωπικού.

5.1.2 Κριτήρια αξιολόγησης προμηθευτών

Για την αξιολόγηση των προμηθευτών VOIP προϊόντων, θα βασιστούμε στην εταιρία ερευνών Nemertes και ειδικότερα στην έρευνα Nemertes Research PilotHouse Awards 2008: Unifies Communications and Collaboration – Top VOIP Providers.

Η Nemertes είναι μία ερευνητική – συμβουλευτική εταιρεία που ειδικεύεται στην ανάλυση των νέων τεχνολογιών για μία επιχείρηση.

Σύμφωνα με την έρευνα της Nemertes σήμερα υπάρχουν πάνω από 25 προμηθευτές VOIP προϊόντων ωστόσο ξεχωρίζει τις εξής εταιρίες

- Avaya
- Cisco
- Nortel
- ShoreTel.

Για την έρευνα αυτή ρωτήθηκαν 555 άτομα που είναι χρήστες και των 25 διαφορετικών προμηθευτών VOIP προϊόντων. Η περιγραφή για την κάθε κατηγορία και οι πίνακες αξιολόγησης είναι βασισμένες στην έρευνα αυτή.

Οι χρήστες βαθμολόγησαν τις εξής κατηγορίες :

- Τεχνολογία

Αξιολογεί την πολυπλοκότητα της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας και του λειτουργικού συστήματος και καλύπτει το λογισμικό διαχείρισης, τις πλατφόρμες, την ευφυΐα και την τήρηση των προτύπων για το προϊόν του κάθε προμηθευτή.

- Χαρακτηριστικά του προϊόντος

Η αξιολόγηση των χαρακτηριστικών του προϊόντος που πρέπει να παρέχει ο κάθε προμηθευτής.

- Εξυπηρέτηση πελατών

Η εξυπηρέτηση πελατών εστιάζει στον χρόνο απόκρισης και επίλυσης του προβλήματος, στο Service Level Agreement-SLA (Συμφωνητικό Παροχής Υπηρεσιών), καθώς επίσης και σε θέματα εγγύησης.

- Αξία

Αξιολογεί τα οφέλη που αντλεί ο πελάτης από το προϊόν λαμβάνοντας υπόψη το κόστος, την ποιότητα και τη χρήση των διαθέσιμων πόρων.

- Αξία σε κίνδυνο (Value at Risk – VAR)

Αξιολογεί τις γνώσεις του προμηθευτή στον σχεδιασμό, την υλοποίηση και τη διαχείριση.

- Εμπειρία

Ως εμπειρία ορίζουμε την ικανότητα του προμηθευτή να καταλάβει τις απαιτήσεις μίας επιχείρησης και να προτείνει λύσεις που θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες της εταιρίας.

- Ευκολία στην εγκατάσταση και στην αντιμετώπιση προβλημάτων

Η ευκολία εγκατάστασης και αντιμετώπισης προβλημάτων παίζει σημαντικό ρόλο στην επιλογή ενός προμηθευτή.

- Εργαλεία διαχείρισης

Εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των συστημάτων VOIP.

- Όραμα Ενοποιημένων Επικοινωνιών (Unified Communications)

Είναι το όραμα για την ένταξη του VOIP στις Ενοποιημένες Επικοινωνίες δηλαδή τη διασύνδεση όλων των επικοινωνιών πραγματικού χρόνου όπως τα γραπτά μηνύματα chat ή η τηλεφωνία με τις επικοινωνίες που δεν είναι σε πραγματικό χρόνο όπως το e-mail ή το voicemail.

- Ενσωμάτωση των δυνατοτήτων

Η ενσωμάτωση δυνατοτήτων ανιχνεύει το πόσο μπορεί το προϊόν ενός προμηθευτή να ενσωματώσει δυνατότητες άλλων προϊόντων ή εφαρμογών.

Ο λόγος που επιλέξαμε αυτή την έρευνα είναι επειδή βασίζεται στη γνώμη των πελατών και δεν χρηματοδοτείται από κάποια εταιρία παροχής VOIP προϊόντων.

5.1.3 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας

Η βαθμολογία των προμηθευτών VOIP προϊόντων στηρίζεται στα μεγέθη σύμφωνα με τη κατηγοριοποίηση των επιχειρήσεων.

Βλέποντας την έρευνα διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες

- Μικρά μεγέθη επιχειρήσεων
- Μεσαία μεγέθη επιχειρήσεων
- Μεγάλα μεγέθη επιχειρήσεων

Μικρές Επιχειρήσεις

Στη κατηγορία αυτή ο αριθμός των θέσεων εργασίας είναι κάτω από 500.

Οι βαθμολογίες από αυτή τη κατηγορία παρατίθενται στον επόμενο πίνακα

Vendor	Product Features	Technology	UC Vision	Customer Service	Ease of Installation	Value	Solution Experience	Integration Capabilities	Management Tools	VAR Expertise	
	4.56	4.22	4.22	4.22	4.56	4.11	4.22	3.75	3.89	4.00	4.18
	4.11	4.22	4.00	3.89	4.00	4.11	3.89	3.89	4.11	4.00	4.02
	4.12	4.09	4.06	4.18	3.94	3.88	3.85	3.94	3.94	3.94	3.99
3Com	4.11	3.67	3.89	4.00	3.78	3.78	3.78	3.89	3.78	3.78	
Avaya	3.75	3.75	3.71	3.54	3.58	3.67	3.75	3.43	3.43	3.59	
Nortel	3.59	3.53	3.65	3.65	3.71	3.59	3.59	3.50	3.25	3.19	
Average*	3.95	3.92	3.89	3.87	3.86	3.82	3.81	3.77	3.77	3.75	

*Average Score includes all vendor ratings, including those for vendors that weren't counted individually. Scale is 1-5, with 5 the best.

Σχήμα 5.1 : Βαθμολογία μικρών επιχειρήσεων

Μεσαίου μεγέθους επιχειρήσεις

Στη κατηγορία αυτή τα τελικά σημεία είναι από 500 έως 2000.

Οι βαθμολογίες από αυτή τη κατηγορία παρατίθενται στον επόμενο πίνακα

Vendor	Technology	Product Features	VAR Expertise	UC Vision	Value	Customer Service	Solution Experience	Integration Capabilities	Management Tools	Ease of Installation	
Cisco	4.17	4.06	4.13	4.08	3.92	4.13	4.13	3.89	3.63	3.88	4.00
Avaya	3.91	3.95	3.82	3.75	3.82	3.76	3.71	3.65	4.00	3.71	3.81
Nortel	3.87	4.00	3.43	3.96	3.87	3.48	3.65	3.70	3.52	3.61	3.71
Average*	4.17	4.11	4.05	4.05	3.96	3.96	3.95	3.93	3.92	3.89	3.80

*Average Score includes all vendor ratings, including those for vendors that weren't counted individually. Scale is 1-5, with 5 the best.

Σχήμα 5.2 : Βαθμολογία μεσαίων επιχειρήσεων

Μεγάλου μεγέθους επιχειρήσεις

Στη κατηγορία αυτή τα τελικά σημεία είναι πάνω από 2000.

Οι βαθμολογίες από τη κατηγορία αυτή παρατίθενται στον επόμενο πίνακα

Vendor	Technology	UC Vision	Management Tools	Product Features	VAR Expertise	Value	Solution Experience	Ease of Installation	Customer Service	Integration Capabilities	
	4.14	4.21	4.29	4.29	4.00	3.93	4.14	4.14	4.00	3.86	4.10
	4.00	3.86	3.71	3.86	4.00	4.14	4.43	3.71	4.14	3.71	3.96
	4.23	3.92	3.89	3.92	3.91	3.98	3.82	3.84	3.80	3.78	3.90
Avaya	3.95	3.82	3.90	3.86	3.95	3.82	3.73	3.82	3.73	3.59	
Total	4.12	4.04	4.03	4.03	4.02	3.99	3.99	3.99	3.98	3.90	

*Average Score includes all vendor ratings, including those for vendors that weren't counted individually. Scale is 1-5, with 5 the best.

Σχήμα 5.3 : Βαθμολογία μεγάλων επιχειρήσεων

Συνοψίζοντας καταλήγουμε στο επόμενο πίνακα ο οποίος εμφανίζει τον επικρατέστερο πάροχο της κάθε κατηγορίας.

Best VOIP by rollout size	Small Rollouts	Midsize Rollouts	Large Rollouts	Top Tier Providers
	<600 Endpoints	600-2,000 Endpoints	>2,000 Endpoints	
UC Vision	ShoreTel Cisco Siemens	Cisco Avaya Nortel	Cisco Nortel Alcatel	
Customer Service	ShoreTel Cisco 3Com	Cisco Avaya Nortel	Alcatel-Lucent Nortel Cisco	
Technology	ShoreTel Siemens Cisco	Cisco Avaya Nortel	Cisco Nortel Alcatel	
Value	ShoreTel Siemens Cisco	Cisco Nortel Avaya	Alcatel-Lucent Cisco Nortel	

Σχήμα 5.4 : Παρουσίαση αποτελεσμάτων ανά κατηγορία

Σύμφωνα με τη πιο πάνω έρευνα, ο πάροχος που είναι πιο κοντά στις απαιτήσεις μας είναι η Cisco διότι στη μεσαία κατηγορία στην οποία ανήκει η εταιρία

μας είναι ο νικητής σε όλους του τομείς ξεχωρίζοντας έτσι από τους άλλους δύο κύριους ανταγωνιστές του.

5.2 Ανάλυση χαρακτηριστικών εταιρίας

Όπως έχουμε αναφέρει και παραπάνω η εταιρεία την συγκεκριμένη χρονική στιγμή χρησιμοποιεί για της ανάγκες της τηλεφωνίας της το ήδη υπάρχων PSTN δίκτυο και για την σύνδεση με το διαδίκτυο χρησιμοποιεί ADSL γραμμές με χαμηλό Bandwidth και χωρίς το απαιτούμενο quality of services (QOS). Οι ήδη υπάρχουσες απαιτήσεις σε θέματα ανθρώπινου δυναμικού που έχει η εταιρεία φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

NO	Country	Site Name	Number of employees	Number of Receptionists
1	Greece	Athens Office	120	5
2	Dubai	Ajman Regional Office	180	2
3	Saudi Arabia	Jeddah Office	160	1
4	Egypt	Cairo Office	170	3
5	Netherlands	Dordrecht Office	15	1

Σχήμα 5.5 : Εργατικό δυναμικό

Το **MPLS** δίκτυο που χρησιμοποιεί η εταιρεία για της ανάγκες σύνδεσης των κεντρικών γραφείων της Αθήνας με τα γραφεία των άλλων περιοχών στο Ντουμπαί, την Τζέντα, την Αίγυπτο και την Ολλανδία έχει ταχύτητα σύνδεσης 2Mbps για κάθε περιοχή.

Οι βασικές απαιτήσεις της εταιρείας μας από τον πάροχο του ιδιόκτητου δικτύου είναι οι εξής:

- 2Mbps access to MPLS για κάθε περιοχή
- Να επιτρέπεται η σύνδεση μεταξύ όλων των περιοχών δραστηριοποίησης της εταιρίας.
- Η κίνηση στο δίκτυο να χρησιμοποιείται για τις υπηρεσίες φωνής, ERP συστημάτων και για http requests.
- 8 voice channels (64K) για κάθε περιοχή και το υπόλοιπο Bandwidth να δεσμεύεται για τα ERP συστήματα και τα http requests.
- Κεντρική διαχείριση των κλήσεων που σχετίζονται με τις υπηρεσίες φωνής

Επίσης τα πλεονεκτήματα που προσφέρει το μισθωμένο δίκτυο συμπεριλαμβανομένων και των απαιτήσεων της εταιρείας είναι τα εξής:

- Υψηλές ταχύτητες
- SLA
- 24/7 τηλεφωνική υποστήριξη
- Next business day support
- Ασφάλεια
- Symmetric Bandwidth (μέγιστο upload-download την ίδια στιγμή)
- QoS

5.3 Προτεινόμενος εξοπλισμός για την εταιρία

Λαμβάνοντας υπ' όψιν μας την υπάρχουσα κατάσταση όσον αφορά τον εξοπλισμό και τις δυνατότητες του δικτύου της εταιρίας καθώς επίσης και τις έρευνες που αναφέραμε προηγουμένως καταλήξαμε στην ακόλουθη επιλογή του εξοπλισμού. Πιο συγκεκριμένα τα προϊόντα που προτείνουμε είναι τα εξής:

- **Cisco Unified Communications Manager** το οποίο αποτελείται από ένα cluster των δύο τουλάχιστον server και θα βρίσκεται τοποθετημένο στα κεντρικά γραφεία της εταιρείας στην Αθήνα.
- **Cisco Integrated Services Routers - Voice Gateways** σε όλες τις περιοχές για την σύνδεση με το PSTN δίκτυο της κάθε χώρας, καθώς επίσης και για την υποστήριξη της υπηρεσίας voice mail για όλους τους χρήστες τοπικά.

- **Mobile Phones Integration** μια υπηρεσία της Cisco που δίνει την δυνατότητα στα κινητά τηλέφωνα των χρηστών να τα χρησιμοποιούν και να φαίνονται σαν να είναι τα εταιρικά τους IP τηλέφωνα, προσφέροντας τους μια σειρά από ευκολίες και πλεονεκτήματα.
- **Cisco IP Phones** υπάρχει η δυνατότητα επιλογής μια ποικιλίας IP τηλεφώνων που προσφέρονται στους τελικούς χρήστες και τα οποία επιλέγονται ανάλογα με τις απαιτήσεις τους.

5.3.1 Cisco Unified Communications Manager

Για τις ανάγκες της επικοινωνίας της εταιρείας μας και σύμφωνα με μελέτες που έγιναν στο ήδη υπάρχων πληροφοριακό σύστημα και γενικά στις υποδομές της, προτείνουμε την εγκατάσταση ενός best-of-breed Unified Communication Voice over IP System, που θα στοχεύει στην ενίσχυση της παραγωγικότητας των χρηστών της, ενώ ταυτόχρονα θα μειώσει σημαντικά το κόστος χρήσης και συντήρησης των επικοινωνιών, προστατεύοντας έτσι την αξία της επένδυσης.

Το προτεινόμενο σύστημα επικοινωνιών βασίζεται στις αρχές της Cisco AVVID (Architecture for Voice, Video and Integrated Data) η οποία προσφέρει μια πλήρες ενοποιημένη πλατφόρμα επικοινωνιών για την παράδοση φωνής, δεδομένων, βίντεο και εφαρμογών, και η οποία έρχεται σε συμφωνία με όλα τα διεθνή πρότυπα επικοινωνιών όπως ITU, ETSI, κτλ.

Το σύστημα έχει την ικανότητα να προσφέρει υπηρεσίες όπως :

- Βελτιωμένες φωνητικές λειτουργίες και υπηρεσίες (Hold, Transfer, Park, Manager-Secretary, Hunting groups, Pick Up groups, ARS, etc.)
- Διαχείριση των δεδομένων, φωνής και βίντεο μέσω της υποδομής δεδομένων
- Σύνδεση σε ISDN δίκτυα μέσω PRA (30B+D), BRA (2B+D)
- Διασύνδεση με άλλα PBXs μέσω QSIG (digital) ή SIP, H.323 (IP)
- Εγκατάσταση και υποστήριξη των εικονικών ιδιωτικών δικτύων (VPN) για την απομακρυσμένη επικοινωνία μέσω WAN clouds

- Υποστήριξη των ασύρματων ιδιωτικών δικτύων σύμφωνα με τα διεθνή και εθνικά πρότυπα
- Εκτεταμένη γκάμα υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας, όπως:
 - Φωνητικά μηνύματα
 - Unified Messaging, integration with Microsoft and IBM products
 - Αυτόματη εξυπηρέτηση και IVR (Interactive Voice Response)
 - Φωνητικός οδηγός
 - Κατάλογος χρηστών
 - Computer Telephony Integration (CTI)
 - Automatic Call Distributor (ACD)
 - Videoconference, video telephony, multimedia κτλ.
 - Ολοκληρωμένη διαχειριστική λύση σε περιβάλλον GUI (Graphical User Interface) για ευκολία διαχείρισης των επιπέδων δικτύου, εφαρμογών κτλ

Το προσφερόμενο σύστημα τηλεφωνίας έχει σχεδιαστεί με την προοπτική της πλήρους συμφωνίας της IP τηλεφωνίας με την εταιρεία, ώστε οι εργαζόμενοι να επωφελούνται πλήρως από τα πλεονεκτήματα και τα οφέλη που τους προσφέρει ανεξάρτητα με την φυσική τους παρουσία.

Τα μέρη του συστήματος είναι 2 Cisco MCS 7825-I4 servers (cluster) με λειτουργικό σύστημα Linux στο οποίο η εφαρμογή Cisco Unified Communications Manager R7.1 θα εγκατασταθεί.

Το προσφερόμενο αυτό σύστημα μπορεί να υποστηρίξει άμεσα πάνω από 2000 χρήστες σε λειτουργία υψηλής διαθεσιμότητας (high availability mode.)



Σχήμα 5.6 : Cisco MCS 7825-I4 servers

Ο Communications Manager application εκτός των άλλων προσφέρει και τις ακόλουθες ευκολίες.

- Εσωτερική WEB-Based διαχείριση προσφέροντας έτσι γρήγορη και εύκολη διαμόρφωση και παρακολούθηση του συστήματος IPτηλεφωνίας μέσω του ενδοδικτύου (intranet) της εταιρείας.
- Secretary console application on a PC (Web-Based attendant) το οποίο δίνει την δυνατότητα διαχείριση των εισερχόμενων κλήσεων προς το τμήμα, καθώς και την παρακολούθηση των δραστηριοτήτων των χρηστών, σε περιβάλλον GUI.

Ο Cisco Unified Communications Manager 7.1 καλύπτει όλες τις προϋποθέσεις της εταιρείας δεδομένου ότι δηλώνετε στο RFP (Request for Proposal).

Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι η Cisco έχει συμφωνία συνεργασίας με την Microsoft και έτσι όλες οι Unified Communications Solutions μπορούν να επικοινωνούν άψογα με εφαρμογές όπως Microsoft Exchange, Active Directory, Microsoft's Office Communication Server, outlook.

5.3.2 Cisco Integrated Services Routers - Voice Gateways

Το Voice Gateway συνδέει το εταιρικό Voice Over IPσύστημα με το Public Switched Telephony Network (PSTN) ή με αλλά παραδοσιακά TDM PBXs που μπορεί η εταιρεία να έχει στην διάθεση της και να χρησιμοποιεί.

Περιέχει τους απαραίτητους επεξεργαστές ψηφιακού σήματος καθώς επίσης και το απαραίτητο λειτουργικό σύστημα με σκοπό την μετατροπή και εισαγωγή του αναλογικού/ψηφιακού σήματος μέσα σε IPπακέτα τα οποία μπορούν να μεταφερθούν μέσω του IP(Data) δικτύου. Επίσης το Voice Gateway έχει την δυνατότητα να συμπιέσει το voice stream χωρίς να χάνει καθόλου από την ποιότητα, διατηρώντας έτσι το απαιτούμενο quality of service (QOS) έτσι ώστε τα δεδομένα να μπορούν να μεταδοθούν με χαμηλότερο Bandwidth σε περίπτωση που μια τέτοια ενέργεια χρηστεί απαραίτητη(συνήθως στα απομακρυσμένα υποκαταστήματα της εταιρείας).

Για τις ανάγκες της εταιρείας που μελετάμε και σύμφωνα με την λύση που προτείνουμε θα εγκαταστήσουμε ένα Cisco Integrated Services Router σε κάθε περιοχή που διατηρεί γραφεία η εταιρία το οποίο θα λειτουργεί σαν Voice Gateway.

Στην συνέχεια ακολουθεί λεπτομερείς περιγραφή των δυνατοτήτων του κάθε μοντέλου που θα εγκατασταθεί σε κάθε περιοχή.

Athens Office:

Το Voice Gateway που θα εγκαταστήσουμε στα γραφεία στην Αθήνα ανήκει στην τελευταία γενιά υπηρεσιών δρομολογητών.

Το Cisco 2911 Voice Bundle είναι εξοπλισμένο με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- 1 x PRI-ISDN card (30 digital voice channels) για σύνδεση με το PSTN δίκτυο
- 6 x BRI-ISDN interfaces (12 voice channels) για σύνδεση με το PSTN δίκτυο
- Software License for Unified Communications features
- DSP (Digital Signal Processor) για την μετατροπή του ψηφιακού σήματος φωνής από και προς IPStream καθώς επίσης και για την υποστήριξη πολλαπλής συνομιλίας (conference)
- WEB based administration tool που προσφέρει εύκολη και γρήγορη διαχείριση και παραμετροποίηση σε περιβάλλον GUI μέσω του εταιρικού intranet.
- Επιπλέον το Cisco 2911 διαθέτει το ISM Module και το SCUE-ISM-7.1-K9 software (τελευταία έκδοση της Cisco Unity Express) για την λειτουργία της αυτόματης εξυπηρέτησης των 120 χρηστών στην Αθήνα καθώς και για την δυνατότητα Voice Mail.



Σχήμα 5.7: Cisco 2911 Voice Bundle

Dubai and Egypt Offices

Το Voice Gateway που θα εγκαταστήσουμε στα γραφεία στο Ντουμπάι και στην Αίγυπτο ανήκει στην τελευταία γενιά υπηρεσιών δρομολογητών.

Το Cisco 2951 Voice Bundle είναι εξοπλισμένο με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- 1 x PRI-ISDN card (30 digital voice channels) για σύνδεση με το PSTN δίκτυο
- 6 x FXO interfaces (6 voice channels) για σύνδεση με το PSTN δίκτυο
- Software License for Unified Communications features
- DSP(Digital Signal Processor) για την μετατροπή του ψηφιακού σήματος φωνής από και προς IP Stream καθώς επίσης και για την υποστήριξη πολλαπλής συνομιλίας (conference)
- WEB based administration tool που προσφέρει εύκολη και γρήγορη διαχείριση και παραμετροποίηση σε περιβάλλον GUI μέσω του εταιρικού intranet.
- Επιπλέον το Cisco 2951 διαθέτει το NME-CUE Module και το SCUE-NME-7.1-K9 software (τελευταία έκδοση της Cisco Unity Express) για την λειτουργία της αυτόματης εξυπηρέτησης των 180 χρηστών στο Ντουμπάι και των 170 στην Αίγυπτο καθώς και για την δυνατότητα Voice Mail.

Στα γραφεία στο Ντουμπάι και την Αίγυπτο προσφέρεται η SRST (Survivable Remote Site Telephony) λειτουργία μέσω των router που διασφαλίζει ότι σε περίπτωση διακοπής του δικτύου ,πράγμα που σημαίνει ότι τα τηλέφωνα του Ντουμπάι και της Αιγύπτου δεν θα είναι σε θέση να δηλώνονται στον Unified Communications Manager της Αθήνας, ο τοπικός δρομολογητής αναλαμβάνει το έργο της προώθησης των κλήσεων για να μπορούν οι χρήστες να χρησιμοποιούν τα τηλέφωνα κανονικά μέχρι να αποκατασταθεί η σύνδεση.

Όταν συμβεί αυτό, τα συστήματα της Αθήνας, του Ντουμπάι και της Αιγύπτου θα καταλάβουν ότι η σύνδεση έχει ανακτηθεί και πάλι και θα επιστρέψει στην προηγούμενη κατάσταση, χωρίς οι χρήστες να επηρεαστούν και να καταλάβουν οτιδήποτε.

Σχήμα 5.8 : Cisco 2951 Voice Bundle

Saudi Arabia Office:

Το Voice Gateway που θα εγκαταστήσουμε στα γραφεία στην Σαουδική Αραβία ανήκει στην τελευταία γενιά υπηρεσιών δρομολογητών.

Το Cisco 3945 Voice Bundle είναι εξοπλισμένο με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- 32 x FXO interfaces (32 voice channels) για σύνδεση με το PSTN δίκτυο.
- Software License for Unified Communications features
- DSP (Digital Signal Processor) για την μετατροπή του ψηφιακού σήματος φωνής από και προς IPStream καθώς επίσης και για την υποστήριξη πολλαπλής συνομιλίας (conference)
- WEB based administration tool που προσφέρει εύκολη και γρήγορη διαχείριση και παραμετροποίηση σε περιβάλλον GUI μέσω του εταιρικού intranet.
- Επιπλέον το Cisco 3945 διαθέτει το NME-CUE Module και το SCUE-NME-7.1-K9 software (τελευταία έκδοση της Cisco Unity Express) για την λειτουργία της αυτόματης εξυπηρέτησης των 160 χρηστών στην Σαουδική Αραβία καθώς και για την δυνατότητα Voice Mail.

Στα γραφεία στην Σαουδική Αραβία προσφέρεται η SRST (Survivable Remote Site Telephony) λειτουργία μέσω των router που διασφαλίζει ότι σε περίπτωση διακοπής του δικτύου ,πράγμα που σημαίνει ότι τα τηλέφωνα της Σαουδικής Αραβίας δεν θα είναι σε θέση να δηλώνονται στον Unified Communications Manager της Αθήνας, ο τοπικός δρομολογητής αναλαμβάνει το έργο της προώθησης των κλήσεων για να μπορούν οι χρήστες να χρησιμοποιούν τα τηλέφωνα κανονικά μέχρι να αποκατασταθεί η σύνδεση.

Όταν συμβεί αυτό, τα συστήματα της Αθήνας και της Σαουδικής Αραβίας θα καταλάβουν ότι η σύνδεση έχει ανακτηθεί και πάλι και θα επιστρέψει στην προηγούμενη κατάσταση, χωρίς οι χρήστες να επηρεαστούν και να καταλάβουν οτιδήποτε.



Σχήμα 5.9 : Cisco 3945 Voice Bundle

Netherlands Office:

Το Voice Gateway που θα εγκαταστήσουμε στα γραφεία στην Ολλανδία ανήκει στην τελευταία γενιά υπηρεσιών δρομολογητών.

Το Cisco 2901 Voice Bundle είναι εξοπλισμένο με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- 6 x BRI-ISDN interfaces (12 voice channels) για σύνδεση με το PSTN δίκτυο
- Software License for Unified Communications features
- DSP (Digital Signal Processor) για την μετατροπή του ψηφιακού σήματος φωνής από και προς IPStream καθώς επίσης και για την υποστήριξη πολλαπλής συνομιλίας (conference)
- Επιπλέον το Cisco 2901 διαθέτει το ISM Module και το SCUE-ISM-7.1-K9 software (τελευταία έκδοση της Cisco Unity Express) για την λειτουργία της αυτόματης εξυπηρέτησης των 15 χρηστών στην Ολλανδία καθώς και για την δυνατότητα Voice Mail.

Στα γραφεία στην Ολλανδία προσφέρεται η SRST (Survivable Remote Site Telephony) λειτουργία μέσω των router που διασφαλίζει ότι σε περίπτωση διακοπής του δικτύου ,πράγμα που σημαίνει ότι τα τηλέφωνα της Ολλανδίας δεν θα είναι σε θέση να δηλώνονται στον Unified Communications Manager της Αθήνας, ο τοπικός δρομολογητής αναλαμβάνει το έργο της προώθησης των κλήσεων για να μπορούν οι χρήστες να χρησιμοποιούν τα τηλέφωνα κανονικά μέχρι να αποκατασταθεί η σύνδεση.

Όταν συμβεί αυτό, τα συστήματα της Αθήνας και της Ολλανδίας θα καταλάβουν ότι η σύνδεση έχει ανακτηθεί και πάλι και θα επιστρέψει στην προηγούμενη κατάσταση, χωρίς οι χρήστες να επηρεαστούν και να καταλάβουν οτιδήποτε.



Σχήμα 5.10 : Cisco 2901 Voice Bundle

5.3.3 Mobile Phones Integration

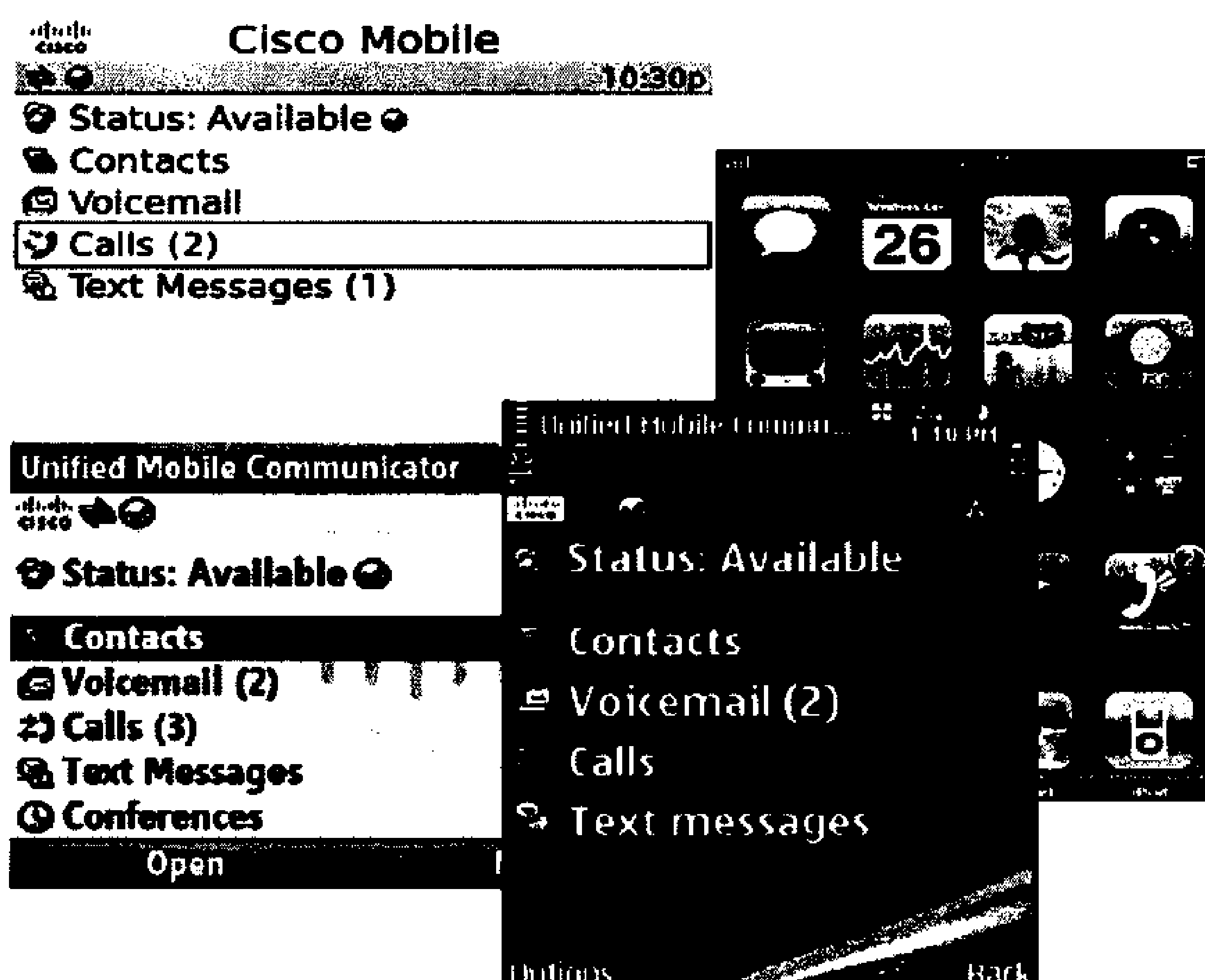
Η Cisco Unified Mobile Communicator είναι μια εύκολη σχετικά στην χρήση εφαρμογή που επεκτείνει με ασφάλεια την χρήση της IPτηλεφωνίας μέσω των Smartphone.

Η εφαρμογή παρέχει εξοικονόμηση του κόστους λόγω της δρομολόγησης των κλήσεων κινητής τηλεφωνίας μέσω της εταιρικής υποδομής τηλεφωνίας καθώς επίσης και βελτίωση στην παραγωγικότητα.

Οι χρήστες πλέον έχουν την δυνατότητα πρόσβασης σε λειτουργίες όπως

- voice mail (οι χρήστες λαμβάνουν email με το φωνητικό μήνυμα που τους έχει αφήσει κάποιος στο εταιρικό τους τηλέφωνο)
- corporate directory (ανά πάσα στιγμή οι χρήστες έχουν πρόσβαση στο εταιρικό τηλεφωνικό κατάλογο)
- office call logs (πλήρης έλεγχος των κλήσεων : εισερχόμενες, εξερχόμενες, αναπάντητες)

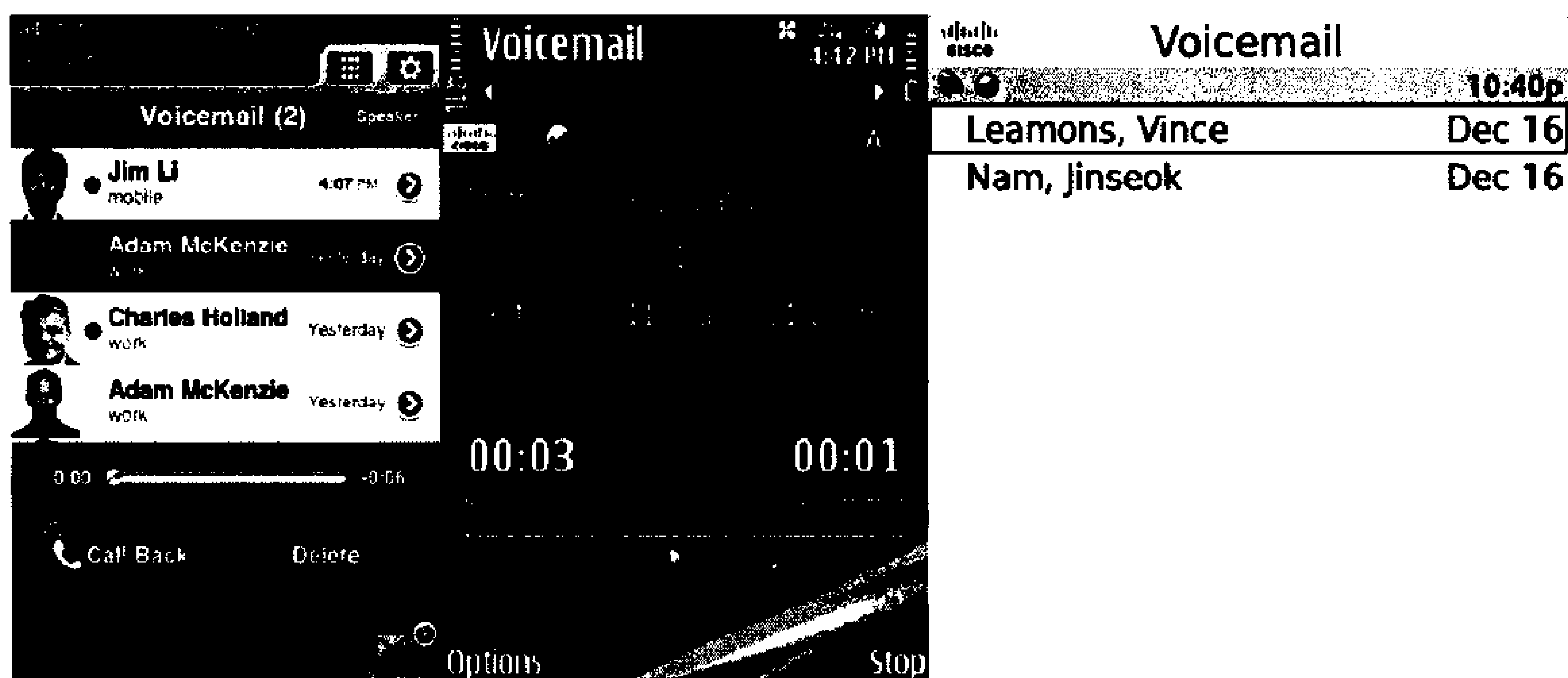
Με το Cisco Unified Mobile Communicator οι χρήστες κινητών είναι συνέχεια συνδεδεμένοι και έχουν real time πρόσβαση σε σημαντικές πληροφορίες. Πλέον οι χρήστες με την εγκαθίδρυση VPN σύνδεσης μεταξύ του δικτύου της εταιρίας και του κινητού τους τηλεφώνου, θα μπορούν να χρησιμοποιούν το Smartphone τους σαν να είναι το σταθερό τηλέφωνο του γραφείου τους.



Σχήμα 5.11 : Cisco Unified Mobile Communicator

Ο Cisco Unified Mobile Communicator είναι αυτή την στιγμή διαθέσιμος για τις παρακάτω πλατφόρμες:

- Apple iPhone 3G, 3GS and 4
- BlackBerry OS (στα περισσότερα μοντέλα)
- Nokia N series and E series (στα περισσότερα μοντέλα)
- Windows Mobile 6.0 and 6.1 Standard Edition






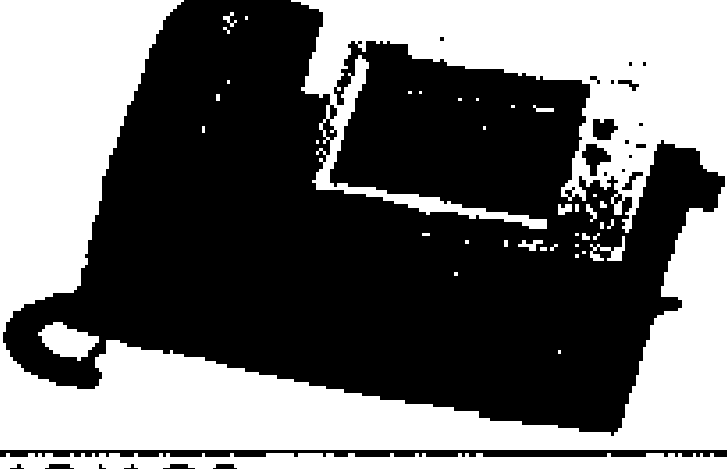

Σχήμα 5.12 : Visual Voicemail on iPhone and Nokia and BlackBerry






Ο Cisco Unified Mobile Communicator χρησιμοποιεί τα πρότυπα SSL και TLS κρυπτογράφησης για την προστασία της διαβίβασης των δεδομένων μεταξύ του Smartphone και της εταιρικής υποδομής και συνδέεται με τον Cisco Unified Mobility Advantage server ο οποίος λειτουργεί κάτω από το εταιρικό firewall.





Ο απαραίτητος εξοπλισμός για αυτή την εγκατάσταση είναι ένας MCS-7825-I4-MOB1 Cisco Server μαζί με το απαραίτητο Cisco Unified Mobility Connection software καθώς και τις κατάλληλες άδειες που υποστηρίζει η κάθε συσκευή κινητής τηλεφωνίας. Επίσης για την σύνδεση του βασικού Cisco Unified Communications Manager και την δημιουργία VPN δικτύου μεταξύ του κινητού τηλεφώνου και των κεντρικών γραφείων είναι απαραίτητη η χρήση του CISCO ASA (Adaptive Security Appliance). Το μοντέλο Cisco ASA 5510 Series που θα χρησιμοποιήσουμε υποστηρίζει ταυτόχρονη επικοινωνία 100 και πλέον κινητών συσκευών με το τηλεφωνικό σύστημα της εταιρίας.




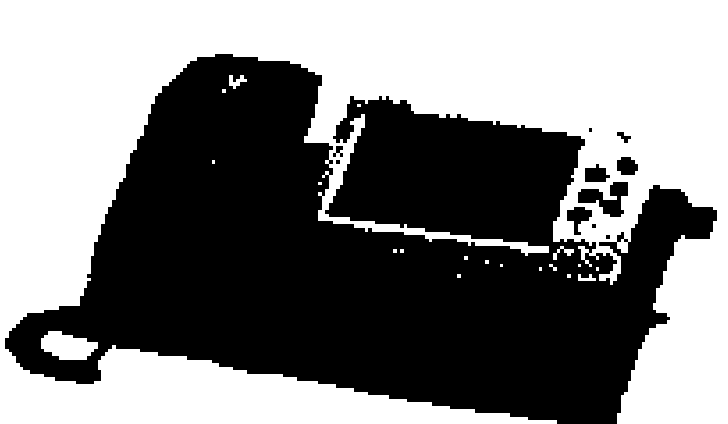

5.3.4 Cisco IP Phones and Clients



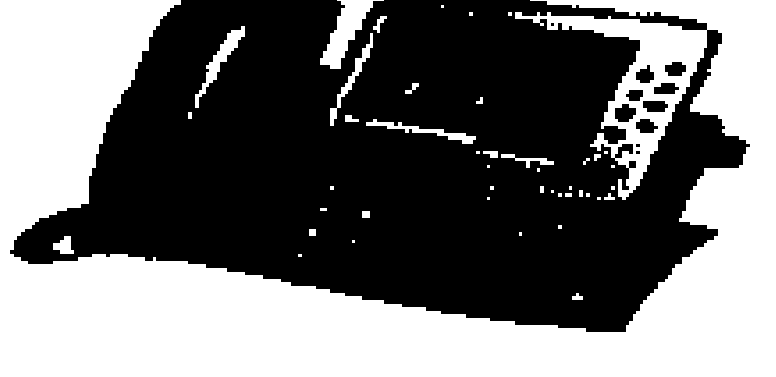

Σε συνέχεια της λύσης της οποίας προτείναμε που είναι βασισμένη σε προϊόντα της Cisco θα παραθέσουμε μια πληθώρα τηλεφωνικών κατά βάση IP συσκευών τα οποία μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες όλων των χρηστών, από τους πιο απλούς μέχρι τους κατεξοχήν απαιτητικούς καθώς και να προσαρμοστούν με την χρήση διαφόρων εφαρμογών σε ιδιαίτερες ανάγκες που μπορεί να προκύψουν σε συγκεκριμένες ομάδες ή κατηγορίες χρηστών.






Model	Cisco Unified IP Phone 7940G	Cisco Unified IP Phone 7941G and 7941G-GE	Cisco Unified IP Phone 7942G	Cisco Unified IP Phone 7945G
				
Integral switch	10/100	10/100 (7941G); 10/100/1000 (7941G-GE)	10/100	10/100/1000
Number of line keys	2	2 lighted line-keys	2 lighted line-keys	2 lighted line-keys
Display	Pixel based 145 X 80 (grey scale)	Pixel based 320 x 222 (grey scale)	Pixel based 320 x 222 (grey scale)	Pixel based 320 x 240 (TFT color)
Programmable (soft) keys	4 (+2 speed dial / line)	4 (+2 speed dial / line)	4 (+2 speed dial / line)	4 (+2 speed dial / line)
Fixed feature keys	8	8	8	9
Advanced features	none	higher-resolution, more infrastructure integration options	higher-resolution, more infrastructure integration options	higher-resolution, more infrastructure integration options
Handsfree	Yes	Yes	Yes	Yes
Message waiting indication	Yes	Yes	Yes	Yes
3rd party XML support	Yes	Yes	Yes	Yes
Headset port	Yes	Yes	Yes	Yes
Signaling Protocol	SCCP	SCCP	SCCP	SCCP
Other Protocols supported	MGCP, S P	SIP	SIP	SIP
802.3af	No	Yes	Yes	Yes
Codecs Supported	G.711, G.729a	G.711, G.729a	G.711a, G.711u, G.729a, G.729ab, G.722 and iLBC	G.711a, G.711u, G.729a, G.729ab, G.722 and iLBC
DHCP	Yes	Yes	Yes	Yes

	Cisco Unified IP Phone 3911G	Cisco Unified IP Phone 7906G	Cisco Unified IP Phone 7911G	Cisco Unified IP Phone 7912G
				
Integral switch	No	No	Yes	Yes
Number of line keys	1	1	1	1
Display	2-line x 24 char	Pixel based 192 x 64 (monochrome)	Pixel based 192 x 64 (monochrome)	Pixel based 192 x 64 (monochrome)
Programmable (soft) keys	2	4	4	4
Fixed feature keys	8	2	2	2
Advanced features	none	none	none	none
Handsfree	Yes	No (call monitoring)	No (call monitoring)	No (call monitoring)
Message waiting indication	Yes	Yes	Yes	Yes
3rd party XML support	No	Yes	Yes	Yes
Headset port	No	No	No	No
Signaling Protocol	SIP	SCCP	SCCP	SCCP
Other Protocols supported		SIP	SIP	SIP
802.3af	Yes	Yes	Yes	No
Codecs Supported	G.711, G.729, G.729a	G.711a, G.711u, G.729a, G.729ab	G.711a, G.711u, G.729a, G.729ab	G.711a, G.711u, G.729a, G.729ab
DHCP	Yes	Yes	Yes	Yes
802.1p/q	Yes	Yes	Yes	Yes

Model	Cisco Unified IP Phone 7921	Cisco Unified IP Phone 7925	Cisco 7937G Conference Station
			
Integral switch	n/a	n/a	No
Number of line keys	6	6	1
Display	Digital, 16-bit graphical backlit TFT Color, 2"	Digital, 16-bit graphical backlit TFT Color, 2"	Pixel based – 255 x 128
Programmable (soft) keys	2	2	3
Fixed feature keys	3	3	6
Advanced features	WEP and IEEE 802.1X LEAP authentication, QoS, USB support	WEP and IEEE 802.1X LEAP authentication, QoS, USB support	Conference phone (Shown above with optional add-on speakers)
Handfree	Yes - via earpiece	Yes - via earpiece or bluetooth headset	Yes
Message waiting indication	Yes - visual display	Yes - visual display	No
3rd party XML support	Yes	Yes	Yes
Headset port	2.5mm headset jack	2.5mm headset jack	No
Signaling Protocol	SCCP	SCCP	SCCP
Other Protocols supported	IEEE 802.11a/b/g	IEEE 802.11a/b/g Bluetooth	
802.3af	Not applicable	Not applicable	Yes
Codecs Supported	G.711, G.729, G.722, iLBC	G.711, G.729, G.722, iLBC	G.711, G.729, G.722
DHCP	Yes	Yes	Yes
802.1p/q	Yes	Yes	Yes

	Cisco Unified IP Phone 7960G	Cisco Unified IP Phone 7961G and 7961G-GE	Cisco Unified IP Phone 7962G	Cisco Unified IP Phone 7965G
				
Integral switch	10/100	10/100 (7961G); 10/100/1000 (7961G-GE)	10/100	10/100/1000
Number of line keys	6	6 lighted line-keys	6 lighted line-keys	6 lighted line-keys
Display	Pixel based 145 X 80 (grey scale)	Pixel based 320 x 222 (grey scale)	320 x 222 (grey scale)	320 x 240, 12-bit color depth
Programmable (soft) keys	4 (+2 speed dial / line)	4 (+2 speed dial / line)	4 (+2 speed dial / line)	4 (+2 speed dial / line)
Fixed feature keys	8	8	8	8
Advanced features	additional line keys with 7914 module	higher-resolution, more infrastructure integration options	higher-resolution, more infrastructure integration options	higher-resolution, more infrastructure integration options
Handfree	Yes	Yes	Yes	Yes
Message waiting indication	Yes	Yes	Yes	Yes
3rd party XML support	Yes	Yes	Yes	Yes
Headset port	Yes	Yes	Yes	Yes
Signaling Protocol	SCCP	SCCP	SCCP	SCCP
Other Protocols supported	MGCP, SIP	SIP	SIP	SIP
802.3af	No	Yes	Yes	Yes
Codecs Supported	G.711, G.729a	G.711, G.729a	G.711a, G.711u, G.729a, G.729ab, G.722 and iLBC	G.711a, G.711u, G.729a, G.729ab, G.722 and iLBC
DHCP	Yes	Yes	Yes	Yes
802.1p/q	Yes	Yes	Yes	Yes

	Cisco Unified IP Phone 7970G	Cisco Unified IP Phone 7971G-GE	Cisco Unified IP Phone 7975
			
Integral switch	10/100	10/100/1000	10/100/1000
Number of line keys	8 lighted line-keys	8 lighted line-keys	8 lighted line-keys
Display	320 x 234, 12-bit color depth	320 x 234, 12-bit color depth	320 x 234, 12-bit color depth
Programmable (soft) keys	5 (+8 speed dial / line)	5 (+8 speed dial / line)	5 (+8 speed dial / line)
Fixed feature keys	8	8	8
Advanced features	color touch-screen	color touch-screen	color touch-screen
Handsfree	Yes	Yes	Yes
Message waiting indication	Yes	Yes	Yes
3rd party XML support	Yes	Yes	Yes
Headset port	Yes	Yes	Yes
Signaling Protocol Other Protocols supported	SCCP SIP	SCCP SIP	SCCP SIP
802.3af	Yes	Yes	Yes
Codecs Supported	G.711, G.729a	G.711, G.729a	G.711a, G.711u, G.729a, G.729ab, G.722 and iLBC
DHCP	Yes	Yes	Yes
802.1p/q	Yes	Yes	Yes

	Cisco Unified IP Phone 7985G	Cisco Unified Video Advantage	Cisco IP Communicator	Cisco Unified IP Phone Expansion Module 7915
				
Integral switch	10/100	N/A	N/A	N/A
Number of line keys	1	Up to 8 - associated with Unified IP Phone	8	14 per, max 28 w/796X, 797X series
Display	4SIF (704 x 480 pixels), 4CIF (704 x 576 pixels).	PC settings	PC settings	Pixel based (gray scale)
Programmable (soft) keys	5	5 (+8 speed dial / line)	5 (+8 speed dial / line)	
Fixed feature keys	9	8	8	
Advanced features	integrated video Unified IP Phone	software application	software application	expansion module
Handsfree	Yes	Yes - associated with Unified IP Phone	Yes	
Message waiting indication	Yes	Yes - associated with Unified IP Phone	Yes	
3rd party XML support	Yes	Yes	Yes	
Headset port	Yes	Yes - associated with PC	Yes - associated with PC	
Signaling Protocol Other Protocols supported	SCCP	SCCP SIP	SCCP SIP	SCCP
802.3af	Yes	n/a	n/a	
Codecs Supported				
DHCP	Yes	Yes	Yes	
802.1p/q	Yes	n/a	n/a	

Για τη σωστή κατανομή των IP τηλεφώνων στους χρήστες της εταιρίας, τους διαχωρίζουμε σε 3 κατηγορίες

- Βασικοί χρήστες
- Managers/ Στελέχη
- Γραμματεία

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις παραπάνω κατηγορίες καθώς επίσης και τις λειτουργίες, τα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες των IP τηλεφώνων προχωρήσαμε στην παρουσίαση των παρακάτω προτάσεων.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφέρουμε ότι όλα τα Cisco IP phones που θα χρησιμοποιηθούν υποστηρίζουν τα πρωτόκολλα SCCP και SIP και τροφοδοτούνται με ρεύμα από την Ethernet θήρα (PoE) (IEEE 802.3af standard).

Κάποια χαρακτηριστικά των τηλεφώνων που κρίναμε ότι πρέπει να έχουν μια ομοιογένεια σε όλους τους χρήστες είναι τα εξής:

- Codecs G.711, G.729, G.722 wideband,
- Echo Cancellor
- Auto Self Discovery /DHCP
- Integrated 10/100 Ethernet switch (2-RJ45)
- High resolution backlight display
- Message waiting lamp
- Full duplex speakerphone
- Stored call data (missed calls, dialed, incoming)
- Phone book and transfer
- Conference, mute, hold, last number Redial, speaker, volume control buttons.

Ακόμα τα IP τηλέφωνα είναι σε θέση να αποθηκεύσουν τηλεφωνικό κατάλογο και επίσης να συνδεθούν με τον κεντρικό εταιρικό τηλεφωνικό κατάλογο. Ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει τον εταιρικό τηλεφωνικό κατάλογο από την οθόνη του τηλεφώνου και να περιηγηθεί στις τελευταίες κλήσεις (εισερχόμενες, εξερχόμενες ,αναπάντητες κλήσεις).

- **Βασικοί Χρήστες**

Η προτεινόμενη συσκευή για τους βασικούς χρήστες είναι η **7911G** με τα εξής χαρακτηριστικά: 192 x 64 ανάλυση οθόνης, 2-port 10/100 Ethernet switch, υποστήριξη PoE, lighted message waiting indicator, 4 soft keys, 1 directory line, multiple ring tones (24 user adjustable ring tones), G.711, G.729 support

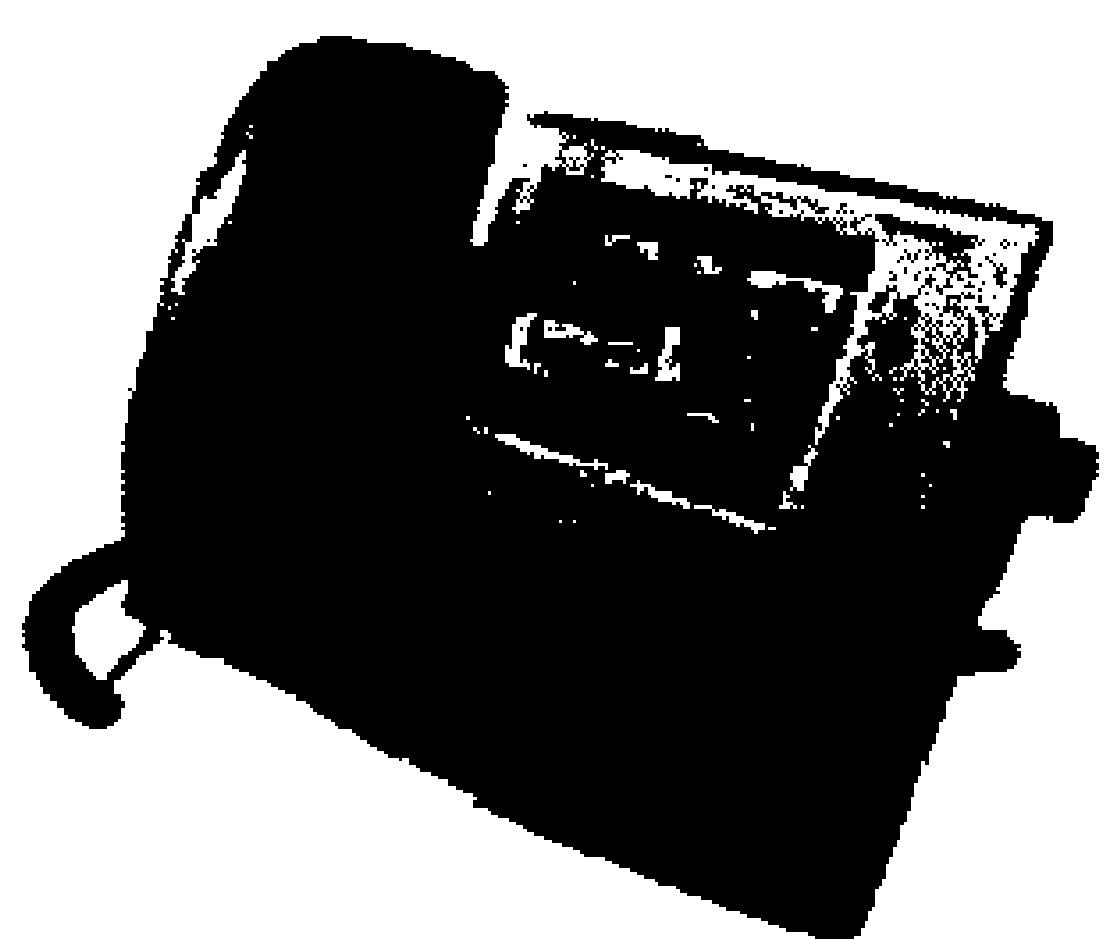


Σχήμα 5.13 : Cisco Unified IP Phone 7911G

Αυτή τη συσκευή τη προτείνουμε για τους απλούς υπαλλήλους της εταιρίας επειδή θεωρούμε ότι κάνουν μέτρια χρήση του τηλεφώνου. Υποστηρίζει όλα τα βασικά χαρακτηριστικά κλήσεων. Σημαντικό χαρακτηριστικό των τηλεφώνων αυτών είναι η υποστήριξη του PoE (Power over Ethernet) ,το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.

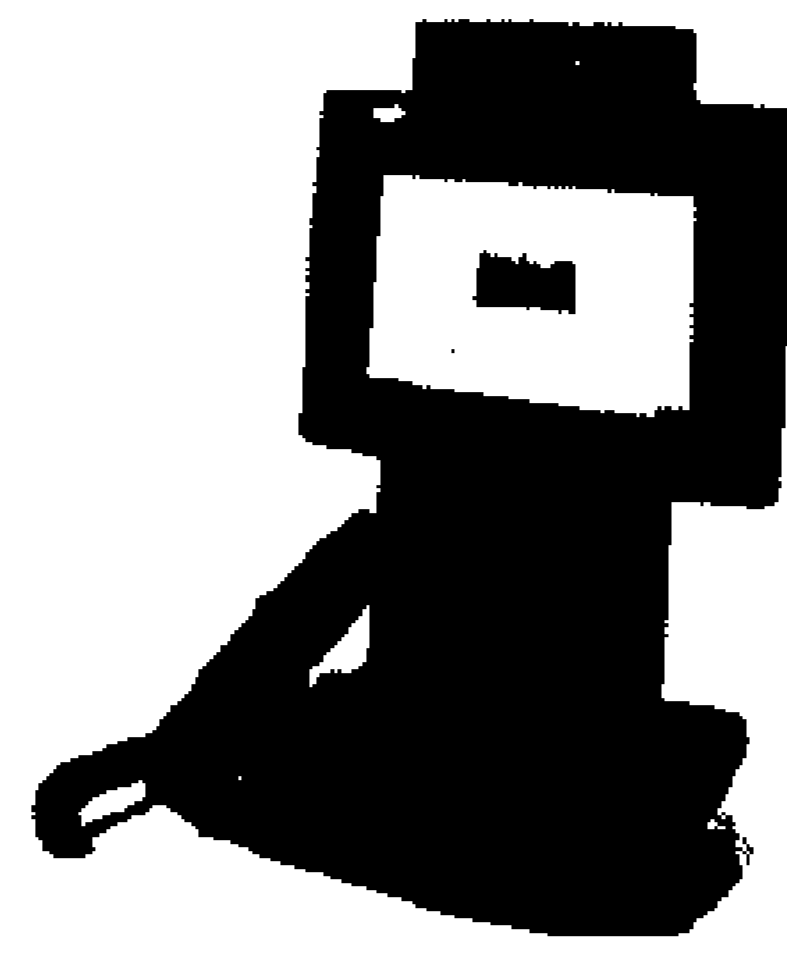
- **Managers**

Η προτεινόμενες συσκευές για τους managers είναι οι **7942G** και **7985G** με τα εξής βασικά χαρακτηριστικά:



Σχήμα 5.14 : Cisco Unified IP Phone 7942G

7942G: 5-inch, υψηλής ευκρίνειας ανάλυση οθόνης (320 x 222), 4 directory lines, full duplex speakerphone with acoustic echo ,Cancellation, 2-port 10/100 Ethernet switch, PoE capable, headset port.



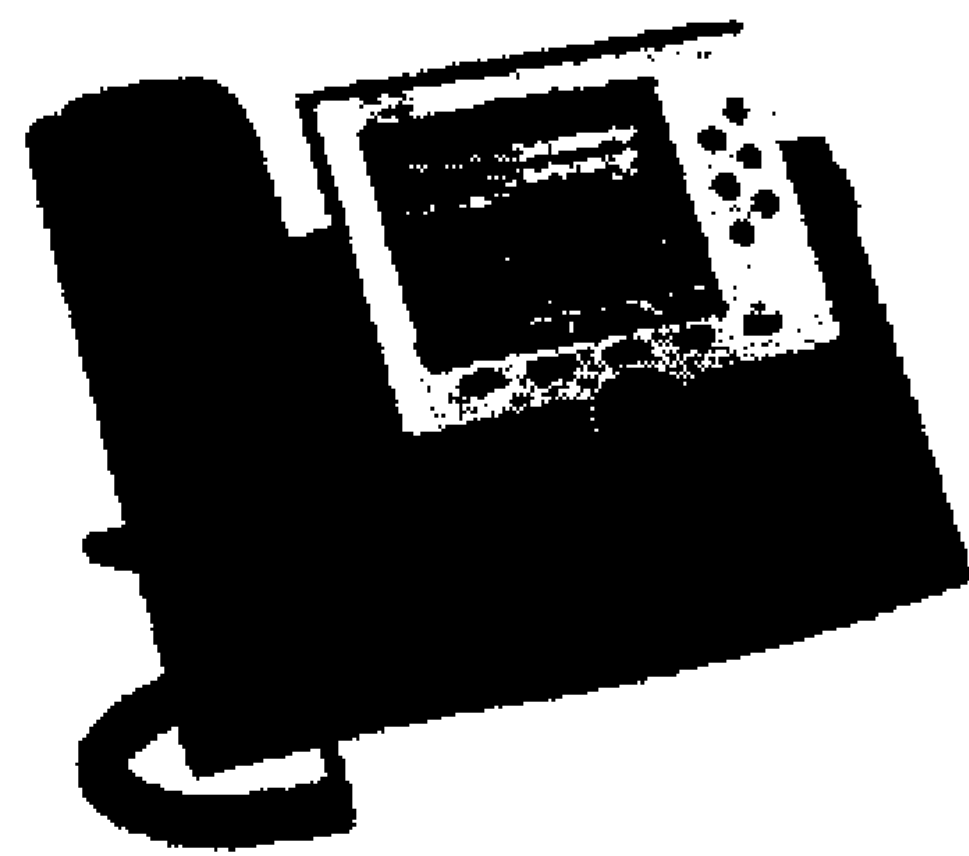
Σχήμα 5.15 : Cisco Unified IP Phone 7985G

7985G : Speakerphone, Mute, and Headset buttons, Volume control, Self-View button, Picture-in-Picture (PIP) button, Video Mute button, Display button, Brightness button

Αυτό το IP τηλέφωνο παρέχει χαρακτηριστικά κλήσεων όπως η προώθηση, η συνδιάσκεψη και η αναμονή. Ο λόγος όμως που κυρίως προτείνουμε αυτή τη συσκευή στους manager είναι η δυνατότητα βίντεο-κλήσεων με άλλα στελέχη του ομίλου. Τέλος αξίζει να σημειώσουμε πως η συσκευή μπορεί να μετακινηθεί σε οποιοδήποτε γραφείο χωρίς να θέλει επιπλέον ρυθμίσεις.

- **Στελέχη / Γραμματεία**

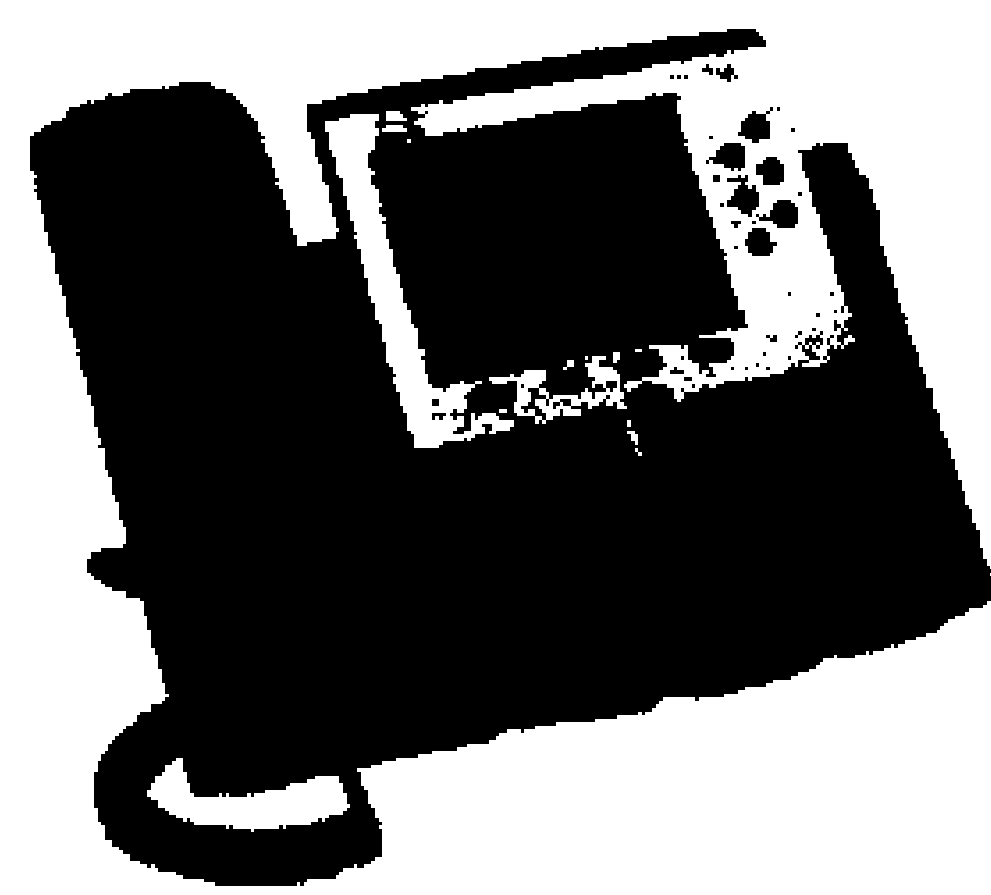
Οι προτεινόμενες συσκευές για τα στελέχη και τις γραμματείες είναι οι **7962G** και **7965G** με τα εξής βασικά χαρακτηριστικά:



Σχήμα 5.16 : Cisco Unified IP Phone 7962G

7962G : 5-inch, high resolution (320x222) display, 6 directory lines, full duplex speakerphone with acoustic echo cancellation, 2-port Ethernet switch, PoE capable, wideband audio support, headset port, expansion

module support (14 keys each, up to two expansions – need own power supply).



Σχήμα 5.17 : Cisco Unified IP Phone 7965G

7965G : 5-inch, high resolution (320x240) display, 6 directory lines, full duplex speakerphone with acoustic echo cancellation, 2-port Ethernet switch, PoE capable, wideband audio support, headset port, expansion module support (14 keys each, up to two expansions – need own power supply).

Οι συσκευές αυτές έχουν επιλεγεί για αυτή την κατηγορία χρηστών γιατί έχουν εύκολη προώθηση κλήσεων καθώς και γρήγορη αναζήτηση στον εταιρικό κατάλογο. Ένα πολύ βασικό πλεονέκτημα είναι ότι διαθέτουν υποδοχή για headset. Αυτό βοηθάει τις ομάδες που το χρησιμοποιούν λόγω της συχνότητας των κλήσεων που δέχονται να έχουν ελευθερία κίνησης των χεριών ώστε να εργάζονται ταυτόχρονα στον υπολογιστή.

- **Meeting rooms/Συνεδριακοί χώροι**

Οι προτεινόμενη συσκευή για τους χώρους αυτούς είναι η **7937G** με τα εξής βασικά χαρακτηριστικά:



Σχήμα 5.18 : Cisco Unified IP Conference Station 7937G

Ευρείας ζώνης ακουστική, προαιρετικά εξωτερικά μικρόφωνα για εκτεταμένη κάλυψη δωματίου, μεγάλη οθόνη LCD (255x128), ενσωματωμένο Ethernet switch, PoE.

Το Cisco Unified IP Conference Station 7937G αποτελεί μονόδρομο για τα meeting rooms καθώς χαρακτηρίζεται από την τέλεια ποιότητα ήχου που αναπαράγει από τα ηχεία του με πολύ μικρά κόστη διαχείρισης. Η ακουστική εμβέλεια που παρέχει είναι από 9 έως 12 μέτρα. Υπάρχει η δυνατότητα για επέκταση της εμβέλειας μέσω εξωτερικών μικροφώνων. Τέλος και αυτή η συσκευή υποστηρίζει τη λειτουργία PoE.

- **Soft Phones**

Για τους χρήστες που ο τομέας εργασίας τους απαιτεί να βρίσκονται πολύ συχνά εκτός της βάσης τους, γίνεται χρήση του soft phone.

Τα soft phones δεν διαφέρουν σε τίποτα από ένα κανονικό IP phone δίνοντας έτσι στον χρήστη την αίσθηση ότι βρίσκεται στο γραφείο του. Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει όλες τις βασικές λειτουργίες του τηλεφώνου όπως για παράδειγμα τον εταιρικό τηλεφωνικό κατάλογο καθώς και να πραγματοποιήσει πολύ εύκολα κλήσεις από αυτό.

Η εγκατάσταση του soft phone στον προσωπικό υπολογιστή του χρήστη είναι πολύ απλή και για να πραγματοποιήσει κλήση απαιτείται πρόσβαση στο MPLS δίκτυο της εταιρείας, είτε απευθείας είτε μέσω VPN.



Σχήμα 5.19 : Cisco soft phone

5.4 Return of Investment

Ένας πολύ σημαντικός λόγος που λάβαμε υπ' όψιν μας έτσι ώστε να προτείνουμε τη λύση του VOIP πάνω στο ήδη υπάρχον MPLS δίκτυο είναι τα επίπεδα ασφαλείας που υπάρχουν σε αυτό. Αυτό συμβαίνει καθώς υπάρχει συνεχής περιφρούρηση των δεδομένων μέσα στο δίκτυο με αρκετούς μηχανισμούς προστασίας.

Αρχικά η χρήση των VPNs, σε συνδυασμό με το MPLS προστατεύει τη μεταφορά δεδομένων στο MPLS δίκτυο.

Ωστόσο η ανάγκη για αποτελεσματικούς ελέγχους ασφαλείας εξαιτίας της ραγδαίας ανάπτυξης των διαφόρων πρωτοκόλλων ειδικά του TCP/IP, είναι τώρα πιο σημαντική από ποτέ. Έτσι μπορούμε να διακρίνουμε δύο κύρια επίπεδα ασφαλείας (εξωτερικά και εσωτερικά- outer and inner) που είναι εγκατεστημένα στο μοντέλο ασφαλείας του MPLS.

- Outer layer of Security (physical layer)

Η ασφάλεια σε φυσικό επίπεδο για κάθε router που διευθυνσιοδοτείται επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση του σε ασφαλές περιβάλλον, το οποίο έχει δημιουργηθεί σύμφωνα με τα υψηλότερα πρότυπα του κλάδου και η πρόσβαση σε οποιαδήποτε τοποθεσία παρακολουθείται και ρυθμίζεται μέσω ειδικών access controls.

- Inner layer (network access)

Για να είναι το δίκτυο της εταιρίας ασφαλές γίνεται χρήση κάποιων front-end συσκευών ασφαλείας, για την προστασία της dialup γραμμής από μη εξουσιοδοτημένες προσπάθειες εισόδου. Τα usernames και τα passwords είναι μοναδικά και τυχαία σαν πρόσθετο μέτρο ασφαλείας. Καθημερινοί έλεγχοι γίνονται για τη δραστηριότητα των firewall έτσι ώστε να διασφαλιστεί ότι καμία μη εξουσιοδοτημένη αλλαγή δεν έχει γίνει.

- Management Systems (subsystem)

Το σύστημα διαχείρισης του MPLS δικτύου προστατεύεται από firewall routers (που χρησιμοποιούν ACL: Access Control Lists) τα οποία μπλοκάρουν μη αναγνωρισμένα πακέτα.

- Routers (network element)

Όλα τα routers του δικτύου που είναι εγκατεστημένα χρησιμοποιούν Terminal Access Controller Access System για έλεγχο ταυτότητας, καθώς υπάρχουν ατομικά ονόματα χρηστών και κωδικούς πρόσβασης.

- Virtual Private Networks (VPNs)

Όλες οι VPN εργασίες εκτελούνται στο πυρήνα του δικτύου χρησιμοποιώντας κεντρική διαχείριση των συστημάτων ρύθμισης. Τα συστήματα αυτά βρίσκονται σε ένα ξεχωριστό ασφαλές LAN και ελέγχονται για σφάλματα σύνδεσης και άλλα θέματα σχετικά με την ασφάλεια.

- Password Management

Η πρόσβαση στα Routers, στα συστήματα διαχείρισης και στο VPN πρέπει να ζητηθεί, να επιθεωρηθεί και να εγκριθεί από οργανισμούς ασφαλείας. Οι κωδικοί για τα router είναι μοναδικοί και υποστηρίζονται από την χρήση των SecureId καρτών.

- Audits

Real time: Τα SNMP router (Simple Network Management Protocol) και οι αποτυχίες telnet στέλνονται στους ελεγκτές δικτύου μέσω console alerts. Επίσης όλα τα σφάλματα των εσωτερικών συστημάτων (συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων διαχείρισης) αποστέλλονται και αυτά με τον ίδιο τρόπο στους ελεγκτές δικτύου.

Αν αναλογιστούμε το πόσο εύκολα μπορεί να γίνει υποκλοπή μίας τηλεφωνικής συνομιλίας μέσω του PSTN δικτύου τότε σύμφωνα με τα παραπάνω είναι απόλυτα κατανοητό ο λόγος για τον οποίο επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε το VOIP over MPLS για τις τηλεφωνικές κλήσεις της εταιρίας μας.

Βέβαια πέρα από τα πλεονεκτήματα που έχουμε στο τομέα της ασφάλειας έχουμε και πολύ σημαντικές μειώσεις όσον αφορά στο κόστος των κλήσεων. Πιο

συγκεκριμένα με την έλευση της IP τηλεφωνίας στην επιχείρηση υπάρχει δρομολόγηση των site to site κλήσεων μέσω του εταιρικού δικτύου δεδομένων με μηδενικές χρεώσεις.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα που προσφέρει η IP τηλεφωνία και αξίζει να αναφερθεί είναι η υπηρεσία toll by pass. Πλέον ο υπάλληλος είναι σε θέση να πραγματοποιεί μία κλήση προς άλλη χώρα στην οποία διατηρεί παράρτημα η εταιρία με τοπική χρέωση. Αυτό γίνεται για το λόγο ότι η κλήση δρομολογείται μέσω του δικτύου δεδομένων στη χώρα που επιθυμεί ο χρήστης και από εκεί μέσω του τοπικού voice gateway βγαίνει στο εθνικό τηλεφωνικό δίκτυο με τοπική χρέωση.

Από μέρα σε μέρα τα λειτουργικά και διαχειριστικά έξοδα από τα παραδοσιακά PBX συστήματα μπορούν να αυξηθούν με ταχύτατους ρυθμούς με τη προσθήκη νέων θέσεων εργασίας όπως έχουμε αναφέρει σε προηγούμενο κεφάλαιο. Έτσι μια απλή ανάγκη για μετακίνηση ή ενεργοποίηση κάποιου νέου τηλεφώνου μπορεί να κοστίζει από 100 έως 250 ευρώ ανά περίπτωση εφόσον πρέπει να κληθούν οι τεχνικοί συντήρησης από τον κατασκευαστή του τηλεφωνικού κέντρου. Πλέον όμως με την εφαρμογή της IP τηλεφωνίας, αυτή αποτελεί μέρος του δικτύου της εταιρίας και η υποστήριξη τέτοιων αναγκών (όπως η δημιουργία μίας νέας τηλεφωνικής θέσης, συντήρηση τηλεφωνικών συσκευών) μπορεί να γίνει εύκολα από το ήδη υπάρχον τμήμα IT (Information Technology department). Επιπλέον δεδομένου ότι η IP τηλεφωνία περιέχει αναγνωριστικά του χρήστη που το χρησιμοποιεί, το μόνο που έχει να κάνει αυτός για να μεταφέρει το τηλέφωνο του από μια θέση της εταιρείας σε μια άλλη είναι να το αποσυνδέσει και να το ξανά συνδέσει στη νέα θέση (δεδομένου ότι βρίσκεται πάνω στο δίκτυο της εταιρείας). Έτσι θα αποκατασταθούν αμέσως όλα τα χαρακτηριστικά του τηλεφώνου χωρίς να χρειάζεται η συμμετοχή κάποιου εξειδικευμένου τεχνικού.

Σήμερα είναι απόλυτα κατανοητό το TCO(Total Cost of Ownership) που σχετίζεται με την IP τηλεφωνία. Η χρήση της IP τηλεφωνίας μπορεί να επιφέρει μειώσεις των εξόδων φωνής μέσω ενός συνδυασμού από toll bypass, χαμηλότερου κόστους συντήρησης και υποστήριξης καθώς επίσης και τηλεδιάσκεψη δικτύου.

Μέσω της Cisco Unified Communication πλατφόρμας είναι δυνατή η μείωση του κόστους από την IP τηλεφωνία σε πολλούς τομείς. Για παράδειγμα απλοποιεί το

έργο της δημιουργίας επικοινωνίας με τους απομακρυσμένους εργαζομένους. Έτσι πλέον ένας υπάλληλος μπορεί να εργαστεί από το σπίτι με την εγκατάσταση απλά ενός IP τηλεφώνου σε μία σύνδεση Internet. Η απλότητα και τα μικρά κόστη ενθαρρύνουν τους εργαζομένους για την χρήση unified communications καθώς προκύπτουν για αυτούς και την εταιρία πολλά οφέλη. Οι υπάλληλοι πλέον είναι reachable ανά πάσα στιγμή εγκαθιδρύοντας μία σύνδεση VPN (απαραίτητη προϋπόθεση να έχουν πρόσβαση στο Internet). Με τον τρόπο αυτό ενισχύεται η έννοια του collaboration και αυξάνεται η απόδοση του συνόλου της εταιρίας.

Για επιχειρήσεις όπως είναι η δικιά μας που διατηρεί γραφεία σε διάφορες περιοχές μπορεί να παρέχει απομακρυσμένη και κινητή πρόσβαση σε προηγμένες εφαρμογές επικοινωνιών, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης κλήσεων, μηνυμάτων και τηλεφωνικού κέντρου. Αυτές και άλλες εφαρμογές μπορεί τώρα να διανέμονται με διαφάνεια πάνω από δίκτυα IP, εξαλείφοντας την ανάγκη για αυτόνομο τηλεφωνικό κέντρο ή βασικών συστημάτων για τα γραφεία στις μικρές και απομακρυσμένες περιοχές. Έτσι μπορούν να προσφέρουν σημαντικά ωφέλει σε απομακρυσμένους και κινητούς χρήστες.

- Ενοποιημένα σχέδια που παρέχουν σύνδεση σε εταιρικό επίπεδο κλήσης και επέκταση του ενοποιημένου κατάλογου χρηστών.
- Εταιρική wide in-house voice conferencing.
- Ενοποιημένη πρόσβαση στο voice mail και unified messaging.
- Βελτιωμένη επικοινωνία με αναβαθμισμένα χαρακτηριστικά κλήσης για τους μετακινούμενους εργαζόμενους.
- Ενοποιημένο τηλεφωνικό κέντρο χωρίς να χρειάζεται κάθε περιοχή να έχει το δικό της.
- Ταξιδεύοντας οι εργαζόμενοι μπορούν να έχουν πρόσβαση στα μηνύματά τους, να συμμετέχουν σε κλήσεις συνδιάσκεψης και να συνεργάζονται με τα μέλη της ομάδας σαν να μην έφυγαν από το γραφείο.

Cisco mobility solutions

Το ROI που προσφέρεται από τη Cisco mobility solution πηγάζει από τη δυνατότητα να συγκλίνουν οι κινητές και οι σταθερές επικοινωνίες μεταφέροντας έτσι την επικοινωνία στο πιο οικονομικά αποτελεσματικό δίαυλο επικοινωνίας. Όσον

αφορά τα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν το ROI η Cisco mobility solution περιλαμβάνει πολλά που έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους επικοινωνίας.

- Βασικό χαρακτηριστικό είναι η αμφίδρομη handoff κλήση ενός αριθμού (με το πάτημα ενός κουμπιού μπορεί να γίνει εναλλαγή μεταξύ σταθερών και κινητών δικτύων).
- Επίσης αποτρέπει την έξοδο ομιλίας όταν οι εργαζόμενοι απαντήσουν στο κινητό τους ενώ βρίσκονται στο γραφείο.
- Υποστηρίζεται ασφαλής on-net αποστολή μηνυμάτων κειμένου μεταξύ των υπαλλήλων αποφεύγοντας έτσι έξοδα μεταφοράς.

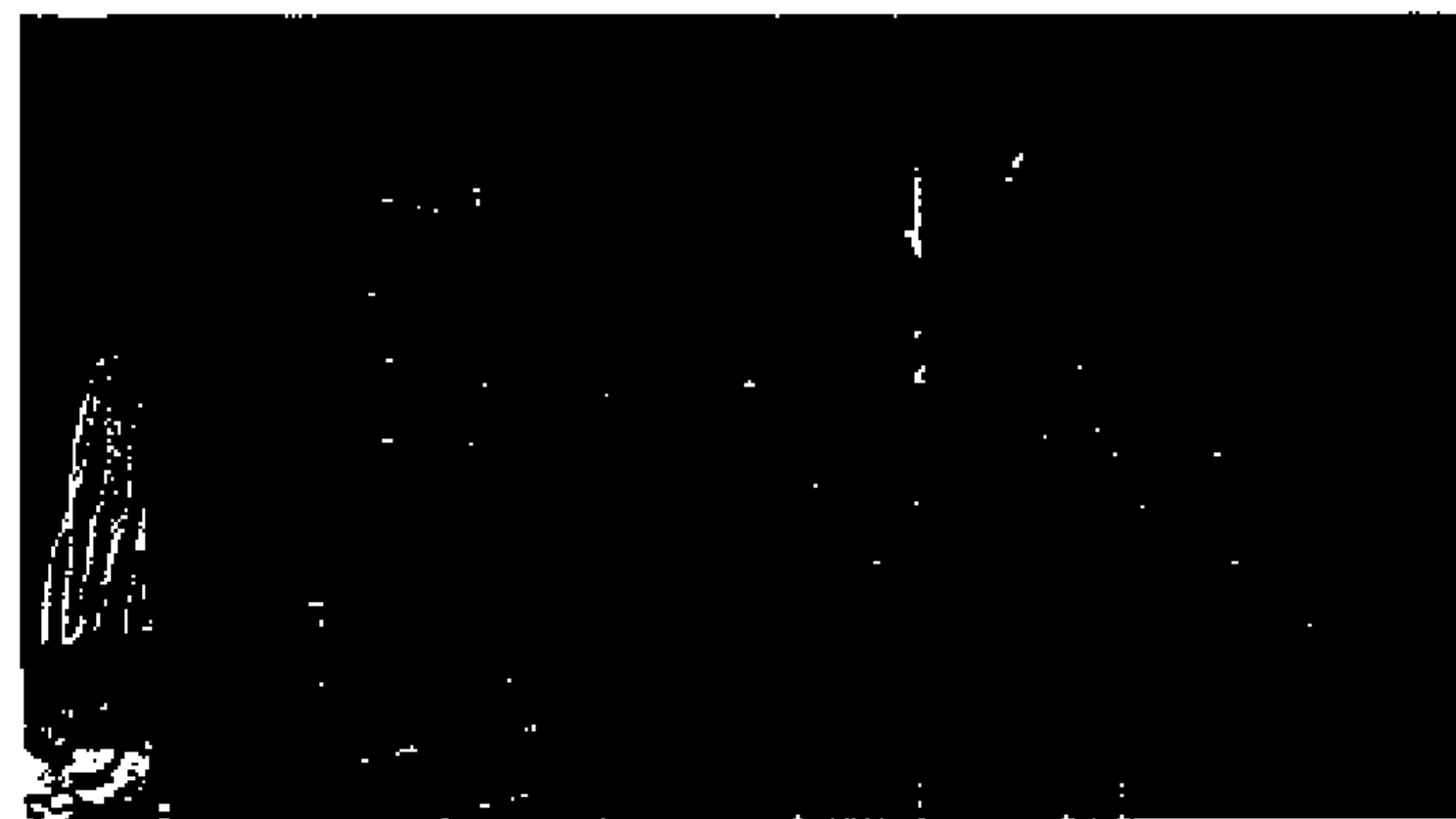
Ο Cisco Unified Mobile Communicator συνεργάζεται με τον εταιρικό Cisco Unified Communications Manager για την δρομολόγηση των κλήσεων μέσω των κεντρικών γραφείων. Η χρήση αυτής της υπηρεσίας θα βοηθήσει αισθητά στην μείωση του κόστους κλήσεων προς κινητά τηλέφωνα γιατί έτσι αποφεύγονται διάφορα τέλη περιαγωγής που τυχόν υπάρχουν.

Η μείωση του κόστους μέσω των Cisco Mobility Solutions ενισχύεται από το γεγονός ότι θα υπάρχουν συνέχεια σε λειτουργία κινητά τηλέφωνα από τα οποία θα δρομολογούνται όλες οι κλήσεις που θα κάνουν οι χρήστες από το σταθερό IP τηλέφωνο του γραφείου τους προς οποιοδήποτε κινητό. Επίσης το ίδιο θα συμβαίνει και σε διεθνείς κλήσεις γιατί θα δρομολογούνται από τον τοπικό πάροχο κινητής τηλεφωνίας.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των IP τηλεφώνων που είναι μέρος της επένδυσης και μπορεί να διευκολύνει τους χρήστες σε διάφορες ανάγκες είναι ότι πλέον υποστηρίζουν μια πληθώρα από services και applications. Τα τηλέφωνα αυτά μπορούν να λειτουργήσουν σαν μικροί υπολογιστές αφού πλέον έχουν την δυνατότητα να τραβάνε xml δεδομένα και με την βοήθεια της οθόνης που διαθέτουν να τα παρουσιάζουν. Για παράδειγμα μπορούν να δείχνουν γραφικά με στατιστικές μετρήσεις (οικονομικά, μετοχές, καιρό, κτλ) που αντλούν μέσω Web Services ή ακόμα να εμφανίζει κάποιο logo της επιλογής μας, λειτουργίες που μέχρι τώρα υποστηρίζονταν μόνο από ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Ένα από τα προβλήματα που απασχολεί τα τελευταία χρόνια εταιρίες που στεγάζονται σε μεγάλες κτιριακές εγκαταστάσεις είναι να κάνουν όσο το δυνατόν

καλύτερο Cable Management. Παλαιότερα με το απλό τηλεφωνικό κέντρο, όλα τα τηλέφωνα έπρεπε να φτάσουν ένα ένα με κάποιον τρόπο στο κεντρικό Rack . Ταυτόχρονα σε κάθε θέση εργασίας έπρεπε να υπάρχει και θήρα Ethernet για σύνδεση με το δίκτυο. Αν λάβουμε υπόψη μας και τις παροχές ρεύματος καθώς και άλλες απαιτήσεις για καλωδίωση που τυχόν υπάρχουν θα καταλάβουμε ότι η ανάγκη για ελαχιστοποίηση αυτών είναι απαραίτητη. Σε αυτή την κατάσταση έρχεται να μας δώσει λύση η IP τηλεφωνία. Πλέον το μόνο που χρειαζόμαστε είναι μια θήρα Ethernet (προέκταση κάποιου κεντρικού switch) που θα τροφοδοτεί με ρεύμα (PoE) και πρόσβαση στο δίκτυο το τηλέφωνο και από εκεί τον υπολογιστή που θα βρίσκεται στην θέση εργασίας. Τέλος αξίζει να αναφέρουμε ότι σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος τα τηλέφωνα θα συνεχίσουν να λειτουργούν για τον λόγο ότι τα switch είναι συνέχεια συνδεδεμένα με τα UPS της εταιρείας.

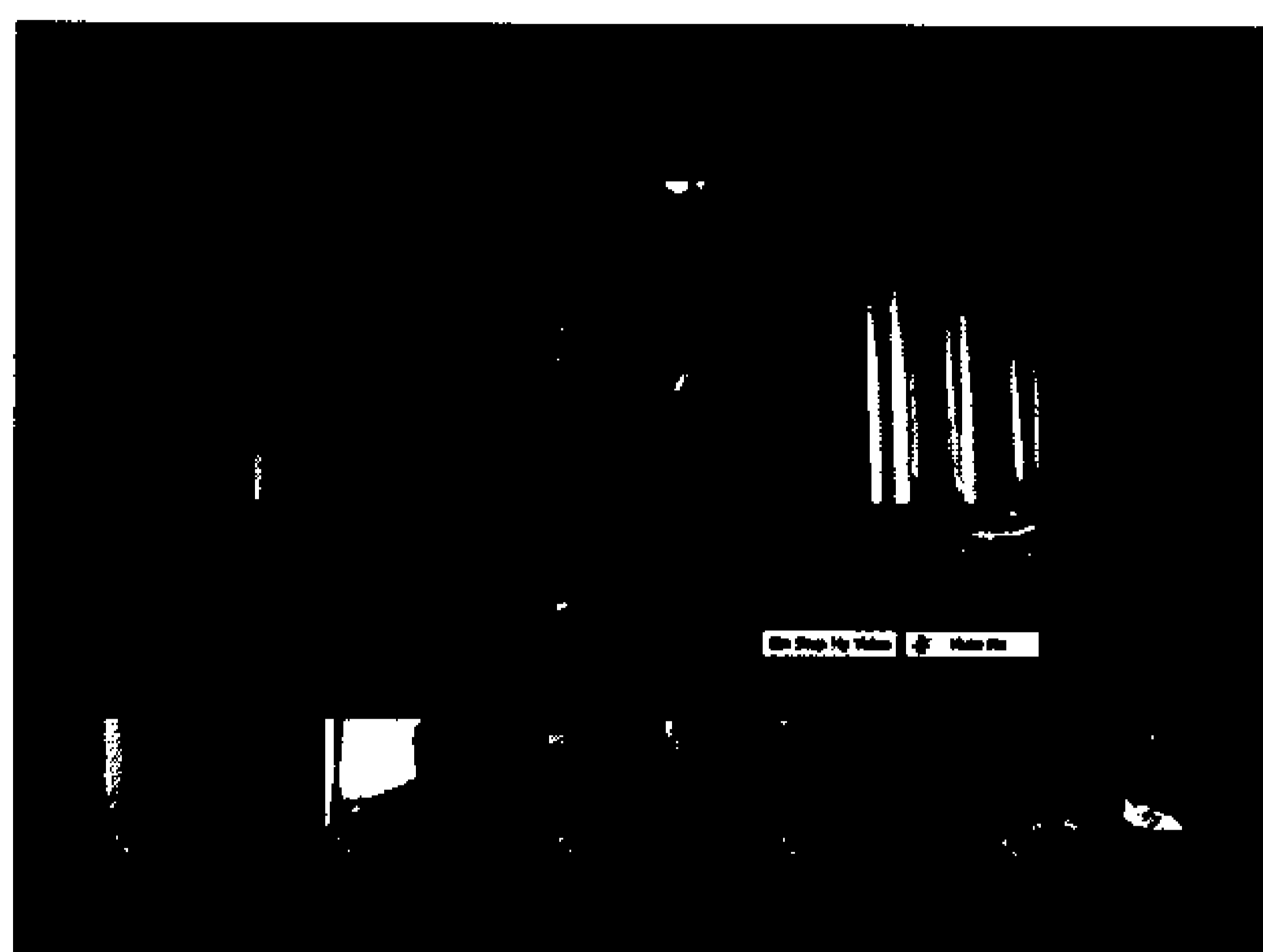


Σχήμα 5.20 : Δομημένη καλωδίωση

Θα ήταν μεγάλη παράλειψη να μην αναφέρουμε τα οικονομικά οφέλη που θα αποκτήσει η εταιρία από την συρρίκνωση των ταξιδιών κυρίως των στελεχών της. Πιο συγκεκριμένα με την εγκατάσταση της IP τηλεφωνίας θα μειωθεί στο ελάχιστο η ανάγκη για ταξίδια μεταξύ των στελεχών της εταιρίας που έχουν ως έδρα διαφορετικές χώρες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι πλέον θα μπορούν να κλείνονται συσκέψεις μέσω οποιουδήποτε calendaring software. Έτσι λοιπόν ο διευθυντής θα μπορεί να συμπεριλάβει στα meeting και άλλα στελέχη που δε βρίσκονται τη δεδομένη χρονική στιγμή στην εταιρία ούτε καν στην ίδια χώρα μέσω της εξ' αποστάσεως επικοινωνίας. Επίσης θα διοργανώνει συναντήσεις ομάδων για την ανασκόπηση έργων και τον έλεγχο των χρονοδιαγραμμάτων με αποτέλεσμα τη λήψη έγκαιρων αποφάσεων, βασισμένων σε καλύτερη πληροφόρηση. Πλέον θα υποστηρίζεται video conference με άριστη ποιότητα φωνής και βίντεο. Με αυτό τον τρόπο θα υπάρχει άμεση επικοινωνία των συμμετεχόντων είτε αυτοί είναι κάτοχοι προσωπικού υπολογιστή με κάμερα είτε ενός IP τηλεφώνου που υποστηρίζει video

call. Μέσα από μία πληθώρα προγραμμάτων κατάλληλων για βίντεο-κλήσεις ξεχωρίσαμε το εργαλείο WebEx της Cisco για τους παρακάτω λόγους :

- Υποστηρίζει την επιλογή Active Presence, δηλαδή την αυτόματη μετάβαση στην εικόνα του ομιλούντος.
- Υποστηρίζει τον ταυτόχρονο διαμοιρασμό περιεχομένου και εικόνας.
- Υποστηρίζει online συναντήσεις, με υψηλής ανάλυσης video μέσω των Smartphone και Tablet PC.



Σχήμα 5.21 : Cisco WebEx

5.5 Οικονομική ανάλυση του εξοπλισμού

Έχοντας υπ' όψιν το μέγεθος και τις απαιτήσεις της εταιρίας σε θέματα εξοπλισμού ώστε να φέρουμε σε πέρας με επιτυχία την ολοκλήρωση του έργου που αναλάβαμε, ζητήσαμε μία οικονομική προσφορά από έναν επίσημο αντιπρόσωπο προϊόντων της Cisco. Έτσι είμαστε σε θέση να παραθέσουμε το αναλυτικό κόστος του εξοπλισμού για κάθε site. Τέλος με αυτό τον τρόπο θα έχουμε μία ολοκληρωμένη εικόνα για το χρονικό διάστημα της απόσβεσης της επένδυσης, συγκρίνοντας το με τα έως τώρα κόστη επικοινωνίας της εταιρίας.

Το αναλυτικό κοστολόγιο φαίνεται στους επόμενους πίνακες.

S/N	Product Number	Product Description	QTY	Item Price	Total Price
1.	UNIFIED-CM7.1	CUCM 7.1 top level part number	1	\$0,00	\$0,00
2.	MCS7825I4-K9-CMC2	Unified CM 7.1 7825-I4 Appliance, 0 Seats	2	\$3.360,00	\$6.720,00
3.	CAB-ACE	AC Power Cord (Europe), C13, CEE 7, 1.5M	2	\$0,00	\$0,00
4.	CCX-70-CM-BUNDLE	CCX 7.0 UCM 5 Seat ENH Bundle - ONLY with NEW UCM	2	\$0,00	\$0,00
5.	CUCMS-EVAL-K9	CUCMS Monitoring Bundle Evaluation	2	\$0,00	\$0,00
6.	LIC-CM7.1-7825=	License Unified CM 7.1 7825 Appliance, 1,000 seats	2	\$2.877,60	\$5.755,20
7.	UCSS-UCM	Top level SKU, Unified Call Manager Software Subscription	1	\$0,00	\$0,00
8.	UCSS-UCM-1-100	UCSS for UCM for One Year - 100 users	6	\$348,00	\$2.088,00
9.	LIC-CM-DL	Top level part number for Unified CM Device Licenses	1	\$0,00	\$0,00
10.	LIC-CM-DL-1000=	Call Manager Device License - 1,000 units		\$24.000,00	
11.	LIC-CM-DL-100=	Call Manager Device License - 100 units		\$2.400,00	
12.	LIC-CM-DL-10=	Call Manager Device License - 10 units	10	\$240,00	\$2.440,00
13.	LIC-3PTY-DL-1000	CallManager 3rd Party Device License - 1,000 units		\$24.000,00	
14.	LIC-3PTY-DL-100	CallManager 3rd Party Device License - 100 units		\$2.400,00	
Total					\$16.963,20

Σχήμα 5.21 : Cisco Unified Call Manager Cluster & Device License Unit

S/N	Product Number	Product Description	QTY	Item Price	Total Price
1.	CISCO2911-V/K9	Cisco 2911 Voice Bundle, PVDM3-16, UC License PAK	1	\$1.629,60	\$1.629,60
2.	ISM-SRE-300-K9	Internal Services Module (ISM) with Services Ready Engine	1	\$480,00	\$480,00
3.	FL-CUE-PORT-2	Unity Express License - 2 Port	3	\$240,00	\$720,00
4.	SCUE-NME-7.1-K9	Cisco Unity Express base release - 7.1	1	\$0,00	\$0,00
5.	FL-CUE-MBX-5	Unity Express License - 5 Mailbox - CUCM and CUCME	18	\$48,00	\$864,00
6.	CUE-LANG-ENG	Cisco Unity Express - British English	1	\$0,00	\$0,00
7.	VVIC2-1MFT-T1/E1	1-Port 2nd Gen Multiflex Trunk Voice/WAN Int. Card - T1/E1	1	\$624,00	\$624,00
8.	VIC2-2BRI-NT/TE	Two-port Voice Interface Card - BRI (NT and TE)	3	\$456,00	\$1.368,00
9.	PVDM3-16U64	PVDM3 16-channel to 64-channel factory upgrade	1	\$1.080,00	\$1.080,00
10.	CAB-ACE	AC Power Cord (Europe), C13, CEE 7, 1.5M	1	\$0,00	\$0,00
11.	S29UK9-15001M	Cisco 2901-2921 IOS UNIVERSAL	1	\$0,00	\$0,00
12.	FL-CUE-NR-PORT-2	Unity Express License - Non Re-hostable - 2 Port	1	\$0,00	\$0,00
13.	PWR-2921-51-AC	Cisco 2921/2951 AC Power Supply	1	\$0,00	\$0,00
14.	ISR-CCP-EXP	Cisco Config Pro Express on Router Flash	1	\$0,00	\$0,00
15.	MEM-2900-512MB-DEF	512MB DRAM for Cisco 2901-2921 ISR (Default)	1	\$0,00	\$0,00
16.	MEM-CF-256MB	256MB Compact Flash for Cisco 1900, 2900, 3900 ISR	1	\$0,00	\$0,00
17.	SL-29-IPB-K9	IP Base License for Cisco 2901-2951	1	\$0,00	\$0,00
18.	SL-29-UC-K9	Unified Communication License for Cisco 2901-2951	1	\$0,00	\$0,00
Total					\$6.765,60

Σχήμα 5.22 : Athens Site - Cisco Voice Equipment

S/N	Product Number	Product Description	QTY	Item Price	Total Price
1.	C3945-CME-SRST/K9	3945 Voice Bundle w/ PVDM3-64,FL-CME-SRST-25, UC License PAK	1	\$6.957,60	\$6.957,60
2.	FL-CME	Cisco Communications Manager Express License	1	\$0,00	\$0,00
3.	FL-CME-SRST-100	Cisco Communication Manager or SRST- 100 seat license	1	\$960,00	\$960,00
4.	FL-CME-SRST-5	Communication Manager Express or SRST - 5 seat license	1	\$72,00	\$72,00
5.	NM-HD-2V	Two-slot IP Communications Voice/Fax Network Module	2	\$480,00	\$960,00
6.	PWR-3900-AC/2	Cisco 3925/3945 AC Power Supply (Secondary PS)	1	\$240,00	\$240,00
7.	NME-CUE	Cisco Unity Express Network Module Enhanced (8 Ports Incl.)	1	\$1.440,00	\$1.440,00
8.	SCUE-NME-7.1-K9	Cisco Unity Express base release - 7.1	1	\$0,00	\$0,00
9.	FL-CUE-MBX-5	Unity Express License - 5 Mailbox - CUCM and CUCME	26	\$48,00	\$1.248,00
10.	CUE-LANG-ENG	Cisco Unity Express - British English	1	\$0,00	\$0,00
11.	FL-CUE-PORT-2	Unity Express License - 2 Port	3	\$240,00	\$720,00
12.	VIC2-4FXO	Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	8	\$384,00	\$3.072,00
13.	SM-NM-ADPTR	Network Module Adapter for SM Slot on Cisco 2900, 3900 ISR	3	\$120,00	\$360,00
14.	CAB-ACE	AC Power Cord (Europe), C13, CEE 7, 1.5M	1	\$0,00	\$0,00
15.	S39UK9-15001M	Cisco 3925-3945 IOS UNIVERSAL	1	\$0,00	\$0,00
16.	FL-CUE-NR-PORT-2	Unity Express License - Non Re-hostable - 2 Port	4	\$0,00	\$0,00
17.	PWR-3900-AC	Cisco 3925/3945 AC Power Supply	1	\$0,00	\$0,00
18.	3900-FANASSY	Cisco 3925/3945 Fan Assembly (Bezel included)	1	\$0,00	\$0,00
19.	C3900-SPE150/K9	Cisco Services Performance Engine 150 for Cisco 3945 ISR	1	\$0,00	\$0,00
20.	FL-CME-SRST-25	Communication Manager Express or SRST - 25 seat license	1	\$0,00	\$0,00
21.	ISR-CCP-EXP	Cisco Config Pro Express on Router Flash	1	\$0,00	\$0,00
22.	MEM-3900-1GB-DEF	1GB DRAM (512MB+512MB) for Cisco 3925/3945 ISR (Default)	1	\$0,00	\$0,00
23.	PVDM3-64	64-channel high-density voice and video DSP module	1	\$0,00	\$0,00
24.	SL-39-IPB-K9	IP Base License for Cisco 3925/3945	1	\$0,00	\$0,00
25.	SL-39-UC-K9	Unified Communication License for Cisco 3925/3945	1	\$0,00	\$0,00
Total					\$16.029,60

Σχήμα 5.23 : Saudi Arabia Site - Cisco Voice Equipment

S/N	Product Number	Product Description	QTY	Item Price	Total Price
1.	C2951-CME-SRST/K9	2951 Voice Bundle w/ PVDM3-32,FL-CME-SRST-25, UC License PAK	1	\$4.269,60	\$4.269,60
2.	FL-CME	Cisco Communications Manager Express License	1	\$0,00	\$0,00
3.	FL-CME-SRST-100	Cisco Communication Manager or SRST- 100 seat license	1	\$960,00	\$960,00
4.	FL-CME-SRST-25	Communication Manager Express or SRST - 25 seat license	3	\$264,00	\$792,00
5.	NME-CUE	Cisco Unity Express Network Module Enhanced (8 Ports Incl.)	1	\$1.440,00	\$1.440,00
6.	SCUE-NME-7.1-K9	Cisco Unity Express base release - 7.1	1	\$0,00	\$0,00
7.	FL-CUE-MBX-5	Unity Express License - 5 Mailbox - CUCM and CUCME	38	\$48,00	\$1.824,00
8.	FL-CUE-PORT-2	Unity Express License - 2 Port	3	\$240,00	\$720,00
9.	CUE-LANG-ENG	Cisco Unity Express - British English	1	\$0,00	\$0,00
10.	NM-HD-2V	Two-slot IP Communications Voice/Fax Network Module	1	\$480,00	\$480,00
11.	VIC2-4FXO	Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	6	\$384,00	\$2.304,00
12.	SM-NM-ADPTR	Network Module Adapter for SM Slot on Cisco 2900, 3900 ISR	2	\$120,00	\$240,00
13.	PVDM3-32U64	PVDM3 32-channel to 64-channel factory upgrade	1	\$720,00	\$720,00
14.	CAB-ACE	AC Power Cord (Europe), C13, CEE 7, 1.5M	1	\$0,00	\$0,00
15.	S2951UK9-15001M	Cisco 2951 IOS UNIVERSAL	1	\$0,00	\$0,00
16.	FL-CUE-NR-PORT-2	Unity Express License - Non Re-hostable - 2 Port	4	\$0,00	\$0,00
17.	PWR-2921-51-AC	Cisco 2921/2951 AC Power Supply	1	\$0,00	\$0,00
18.	FL-CME-SRST-25	Communication Manager Express or SRST - 25 seat license	1	\$0,00	\$0,00
19.	ISR-CCP-EXP	Cisco Config Pro Express on Router Flash	1	\$0,00	\$0,00
20.	MEM-2951-512MB-DEF	512MB DRAM (1 512MB DIMM) for Cisco 2951 ISR (Default)	1	\$0,00	\$0,00
21.	MEM-CF-256MB	256MB Compact Flash for Cisco 1900, 2900, 3900 ISR	1	\$0,00	\$0,00
22.	PVDM3-32	32-channel high-density voice and video DSP module	1	\$0,00	\$0,00
23.	SL-29-IPB-K9	IP Base License for Cisco 2901-2951	1	\$0,00	\$0,00
24.	SL-29-UC-K9	Unified Communication License for Cisco 2901-2951	1	\$0,00	\$0,00
Total					\$13.749,60

Σχήμα 5.24 : Egypt Site - Cisco Voice Equipment

S/N	Product Number	Product Description	QTY	Item Price	Total Price
1.	C2951-CME-SRST/K9	2951 Voice Bundle w/ PVDM3-32,FL-CME-SRST-25, UC License PAK	1	\$4.269,60	\$4.269,60
2.	FL-CME	Cisco Communications Manager Express License	1	\$0,00	\$0,00
3.	FL-CME-SRST-100	Cisco Communication Manager or SRST- 100 seat license	1	\$960,00	\$960,00
4.	FL-CME-SRST-25	Communication Manager Express or SRST - 25 seat license	1	\$264,00	\$264,00
5.	NME-CUE	Cisco Unity Express Network Module Enhanced (8 Ports Incl.)	1	\$1.440,00	\$1.440,00
6.	SCUE-NME-7.1-K9	Cisco Unity Express base release - 7.1	1	\$0,00	\$0,00
7.	FL-CUE-MBX-5	Unity Express License - 5 Mailbox - CUCM and CUCME	30	\$48,00	\$1.440,00
8.	FL-CUE-PORT-2	Unity Express License - 2 Port	1	\$240,00	\$240,00
9.	CUE-LANG-ENG	Cisco Unity Express - British English	1	\$0,00	\$0,00
10.	VVIC2-1MFT-T1/E1	1-Port 2nd Gen Multiflex Trunk Voice/WAN Int. Card - T1/E1	1	\$624,00	\$624,00
11.	VIC2-4FXO	Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	1	\$384,00	\$384,00
12.	VIC2-2FXO	Two-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	1	\$192,00	\$192,00
13.	SM-NM-ADPTR	Network Module Adapter for SM Slot on Cisco 2900, 3900 ISR	1	\$120,00	\$120,00
14.	PVDM3-32U64	PVDM3 32-channel to 64-channel factory upgrade	1	\$720,00	\$720,00
15.	PVDM3-32	32-channel high-density voice and video DSP module	1	\$768,00	\$768,00
16.	CAB-ACE	AC Power Cord (Europe), C13, CEE 7, 1.5M	1	\$0,00	\$0,00
17.	S2951UK9-15001M	Cisco 2951 IOS UNIVERSAL	1	\$0,00	\$0,00
18.	FL-CUE-NR-PORT-2	Unity Express License - Non Re-hostable - 2 Port	4	\$0,00	\$0,00
19.	PWR-2921-51-AC	Cisco 2921/2951 AC Power Supply	1	\$0,00	\$0,00
20.	FL-CME-SRST-25	Communication Manager Express or SRST - 25 seat license	1	\$0,00	\$0,00
21.	ISR-CCP-EXP	Cisco Config Pro Express on Router Flash	1	\$0,00	\$0,00
22.	MEM-2951-512MB-DEF	512MB DRAM (1 512MB DIMM) for Cisco 2951 ISR (Default)	1	\$0,00	\$0,00
23.	MEM-CF-256MB	256MB Compact Flash for Cisco 1900, 2900, 3900 ISR	1	\$0,00	\$0,00
24.	PVDM3-32	32-channel high-density voice and video DSP module	1	\$0,00	\$0,00
25.	SL-29-IPB-K9	IP Base License for Cisco 2901-2951	1	\$0,00	\$0,00
26.	SL-29-UC-K9	Unified Communication License for Cisco 2901-2951	1	\$0,00	\$0,00
Total					\$11.421,60

Σχήμα 5.25 : Dubai Site - Cisco Voice Equipment

S/N	Product Number	Product Description	QTY	Item Price	Total Price
1.	C2901-CME-SRST/K9	2901 Voice Bundle w/ PVDM3-16,FL-CME-SRST-25, UC License PAK	1	\$1.533,60	\$1.533,60
2.	FL-CME	Cisco Communications Manager Express License	1	\$0,00	\$0,00
3.	FL-CUE-MBX-5	Unity Express License - 5 Mailbox - CUCM and CUCME	1	\$48,00	\$48,00
4.	CUE-LANG-ENG	Cisco Unity Express - British English	1	\$0,00	\$0,00
5.	ISM-SRE-300-K9	Internal Services Module (ISM) with Services Ready Engine	1	\$480,00	\$480,00
6.	SCUE-NME-7.1-K9	Cisco Unity Express base release - 7.1	1	\$0,00	\$0,00
7.	VIC2-2BRI-NT/TE	Two-port Voice Interface Card - BRI (NT and TE)	3	\$456,00	\$1.368,00
8.	CAB-ACE	AC Power Cord (Europe), C13, CEE 7, 1.5M	1	\$0,00	\$0,00
9.	S2901UK9-15001M	Cisco 2901 IOS UNIVERSAL	1	\$0,00	\$0,00
10.	FL-CUE-NR-PORT-2	Unity Express License - Non Re-hostable - 2 Port	4	\$0,00	\$0,00
11.	FL-CME-SRST-25	Communication Manager Express or SRST - 25 seat license	1	\$0,00	\$0,00
12.	ISR-CCP-EXP	Cisco Config Pro Express on Router Flash	1	\$0,00	\$0,00
13.	MEM-CF-256MB	256MB Compact Flash for Cisco 1900, 2900, 3900 ISR	1	\$0,00	\$0,00
14.	PVDM3-16	16-channel high-density voice and video DSP module	1	\$0,00	\$0,00
15.	SL-29-IPB-K9	IP Base License for Cisco 2901-2951	1	\$0,00	\$0,00
16.	SL-29-UC-K9	Unified Communication License for Cisco 2901-2951	1	\$0,00	\$0,00
Total					\$3.429,60

Σχήμα 5.26 : Netherlands Site - Cisco Voice Equipment

S/N	Product Number	Product Description	QTY	Item Price	Total Price
1.	CP-7911G	Cisco IP Phone 7911G	1	\$108,00	\$108,00
2.	CP-7942G	Cisco Unified IP Phone 7942	1	\$177,60	\$177,60
3.	CP-7945G	Cisco Unified IP Phone 7945, Gig Ethernet, Color	1	\$223,20	\$223,20
4.	CP-7962G	Cisco Unified IP Phone 7962	1	\$225,60	\$225,60
5.	CP-7965G	Cisco Unified IP Phone 7965, Gig Ethernet, Color	1	\$285,60	\$285,60
6.	CP-7937G	Cisco IP Conference Station 7937 Global	1	\$621,60	\$621,60
7.	CP-7937-MIC-KIT	Microphone Kit for 7937 (optional)	1	\$168,00	\$168,00
8.	CP-7937-PWR-SPL	Power Splitter for 7937 (optional)	1	\$28,80	\$28,80
9.	CP-7916=	7916 IP Phone Color Expansion Module	1	\$237,60	\$237,60
10.	CP-SINGLFOOTSTAND=	Footstand kit for single 7914, 7915, or 7916	1	\$15,84	\$15,84
11.	CP-PWR-CUBE-3	IP Phone power transformer for the 7900 phone series	1	\$21,60	\$21,60
12.	L-IPCOMM7-LIC	Cisco IP Communicator - Communications Client	1	\$43,20	\$43,20
Total					\$

Σχήμα 5.27 : Cisco IP Phones

S/N	Product Number	Product Description	QTY	Item Price	Total Price
1.	WS-C3750G-24T-S	Catalyst 3750 24 10/100/1000T + IPB Image	1	\$2.877,60	\$2.877,60
2.	WS-C3750G-24PS-S	Catalyst 3750 24 10/100/1000T PoE + 4 SFP + IPB Image	1	\$3.741,60	\$3.741,60
3.	WS-C3750G-48PS-S	Catalyst 3750 48 10/100/1000T PoE + 4 SFP + IPB Image	1	\$7.437,60	\$7.437,60
4.	WS-C3560G-24PS-S	Catalyst 3560 24 10/100/1000T PoE + 4 SFP + IPB Image	1	\$2.685,60	\$2.685,60
5.	WS-C3560G-48PS-S	Catalyst 3560 48 10/100/1000T PoE + 4 SFP + IPB Image	1	\$4.557,60	\$4.557,60
6.	PWR-RPS2300	Cisco Redundant Power System 2300 and Blower, No Power Supply	1	\$576,00	\$576,00
7.	C3K-PWR-750WAC=	Catalyst 3750-E/3560-E/RPS 2300 750WAC power supply spare	2	\$477,60	\$955,20
8.	CAB-RPS2300=	Spare RPS2300 Cable for Devices other than E-Series Switches	1	\$72,00	\$72,00
9.	CUB-ATT-CON	Cisco Unified Business Attendant Console	14	\$1.053,60	\$14.750,40
Total					\$

Σχήμα 5.28 : Optional Equipment

S/N	Product Number	Product Description	QTY	Item Price	Total Price
1.	CUMC-K9-V7	Cisco Unified Mobile Communicator and Mobility Advantage V7.	1	\$957,60	\$957,60
2.	CUMA-LINX-K9-V7.1	Cisco Unified Mobility Advantage Server 7.1 - Supports iPhone	1	\$0,00	\$0,00
3.	CUMC-BB-K9-V7	Cisco Unified Mobile Communicator Software for BlackBerry	1	\$0,00	\$0,00
4.	CUMC-SYM-K9-V7	Cisco Unified Mobile Communicator Software for Symbian	1	\$0,00	\$0,00
5.	CUMC-WM6-K9-V7	Cisco Unified Mobile Communicator Software for WM6 Standard	1	\$0,00	\$0,00
6.	CUMC-IPH-CAL	CUMC iPhone Client Access License for CUMA V7.x (Min 20)	20	\$24,00	\$480,00
7.	CUMC-BB-CAL-V3	CUMC BlackBerry Client Access License V3.x (Min 20)	20	\$24,00	\$480,00
8.	CUMC-SYM-CAL	CUMC Symbian Client Access License for CUMA V7.x (Min 20)	20	\$24,00	\$480,00
9.	CUMC-WM6-CAL	CUMC WM6 Client Access License V7.x (Min 20)	20	\$24,00	\$480,00
10.	MCS-7825-I4-MOB1	HW Only MCS 7825-I4 Server	1	\$3.360,00	\$3.360,00
11.	ASA5510-SEC-BUN-K9	ASA 5510 Security Plus Appl with SW, HA, 2GE+3FE, 3DES/AES	1	\$2.157,60	\$2.157,60
Total					\$8.395,20

Σχήμα 5.29 : Cisco Unified Mobile Communicator

5.6 Χρεώσεις τηλεφωνικών κλήσεων

Το παρακάτω τιμολόγιο μας δείχνει ένα ενδεικτικό κοστολόγιο κλήσεων που παρέχει ο Ο.Τ.Ε. και αφορά τις διεθνείς κλήσεις ανά τιμολογιακή ζώνη.

ΤΙΜΟΛΟΓΙΑΚΗ ΖΩΝΗ	ΑΚΕΡΑΙΟ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ (€/λεπτό)		ΜΕΙΩΜΕΝΟ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ (€/λεπτό)		Βήμα χρέωσης
	Τερματισμός σε Σταθερό Τηλέφωνο	Τερματισμός σε Κινητό Τηλέφωνο	Τερματισμός σε Σταθερό Τηλέφωνο	Τερματισμός σε Κινητό Τηλέφωνο	
Ε.Ε.	0,2577	0,3486	-	-	/sec
ΑΛΒΑΝΙΑ	0,2577	0,3032	-	-	/sec
I		0,3032		-	/sec
II		0,3608		-	/sec
III		0,7218		0,6487	/sec
IV		1,0826		1,0101	/sec
V		1,4435		1,3710	/min
VI		2,3461		2,1658	/min
VII		4,92		-	/sec

Σχήμα 5.30 : Τιμολόγιο διεθνών κλήσεων

ΤΙΜΟΛΟΓΙΑΚΗ ΖΩΝΗ	ΧΩΡΕΣ
Ε.Ε.	AUSTRIA, BELGIUM, BULGARIA**, CYPRUS, CZECH. REPUBLIC, DENMARK, ESTONIA**, FINLAND, FRANCE, GERMANY**, HUNGARY, IRELAND, ITALY, LATVIA **, LITHUANIA, LUXEMBURG, MALTA, NETHERLANDS, POLAND**, PORTUGAL, ROMANIA**, SLOVAKIA, SLOVENIA**, SPAIN, SWEDEN, UNITED KINGDOM**
ΑΛΒΑΝΙΑ	ALBANIA**
ΖΩΝΗ I	ABKHAZIA, ALASKA (U.S.A.), ANDORRA, AUSTRALIA**, CANADA, CHRISTMAS (AUSTRALIA), F.Y.R.O.M.**, HAWAII, HONG KONG, ICELAND, JAPAN, LIBYA**, LIECHTENSTEIN**, MONTENEGRO, NORWAY**, PUERTO RICO (USA), SERBIA**, SINGAPORE, SOUTH OSSETIA, SWITZERLAND**, TURKEY, UNITED STATES OF AMERICA, VIRGIN ISLANDS (USA).
ΖΩΝΗ II	ALGERIA, ANTIGUA, BELARUS, CAYMAN, CHINA, COSTA RICA, CROATIA, , GEORGIA, GIBRALTAR, ISRAEL, KOREA SOUTH, MOLDOVA, MONACO, PALESTINE, PHILIPPINES, RUSSIA**, TUNISIA, UKRAINE, ZIMBABWE**
ΖΩΝΗ III	ANGOLA, ARMENIA, ARUBA, ASTELIT (OVERLAY NETWORK), BANGLADESH, BOSNIA-HERZEGOVINA, BRAZIL, COMBELLGA (OVERLAY NETWORK), COMSTAR (OVERLAY NETWORK), DOMINICA, FAROE ISLANDS, GABON, GAMBIA, GHANA, GRENADA, GUATEMALA, IRAQ, LESOTHO, LEBANON, MARTINIQUE, MAURITANIA, MAYOTTE, MEXICO, MONGOLIA, MOROCCO, NICARAGUA, OMAN, PERU, POLYNESIA FRENCH, QATAR, SENEGAL, SOUTH AFRICA, SOVINTEL (OVERLAY NETWORK), TAIWAN, TANZANIA, THAILAND, UGANDA, UNITED ARAB EMIRATES, VENEZUELA, VIRGIN ISLANDS (BRIT.)
ΖΩΝΗ IV	ARGENTINA, AZERBAIJAN, BAHRAIN, BARBADOS, BELIZE, BERMUDA, BOLIVIA, BOTSWANA, BURUNDI, CAPE VERDE, COLOMBIA, COMOROS ISLANDS, DOMINICAN REPUBLIC, EGYPT, EL SALVADOR, HAITI, HONDURAS, INDIA, JORDAN, IVORY COAST, KAZAKHSTAN, MACAO, MOZAMBIQUE, NAMIBIA, NIGERIA, NETHERLANDS ANTILLES, NEW ZEALAND, PAKISTAN, PARAGUAY, SAN MARINO, SAUDI ARABIA, SOMALIA, SWAZILAND, UZBEKISTAN, YEMEN.

ΤΙΜΟΛΟΓΙΑΚΗ ΖΩΝΗ	ΧΩΡΕΣ
ΖΩΝΗ V	ANGUILLA, ASCENSION, BAHAMAS, BURKINA FASO, CAMEROON, FIJI, GREENLAND, GUADELOUPE, GUINEA EQUAT., INDONESIA**, JAMAICA, KENYA, KUWAIT, KYRGYZ STAN, MALAYSIA, MALI, MAURITIUS, MICRONESIA, SEYCHELLES, SRI LANKA, ST. HELENA, ST. LUCIA, ST. PIERRE & MIQUELON, SUDAN, SYRIA, TAJIKISTAN, TOGO, TONGA, TRINIDAD AND TOBAGO, TURKMENISTAN, URUGUAY, ZAMBIA.
ΖΩΝΗ VI	ΟΛΕΣ ΟΙ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΥΠΕΡΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ ΚΑΙ ΤΑ ΞΕΝΑ ΚΛΕΙΣΤΑ ΙΔΙΩΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (OVERLAY NETWORKS) DAL, KOMERTEL, VTC ΚΑΙ ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΑΛΛΟ ΝΕΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ.
ΖΩΝΗ VII	Ορισμένα Κινητά Δορυφορικά Αυστραλίας**

Σχήμα 5.31 : Τιμολογιακές ζώνες ανά χώρα

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονίσουμε ότι το μειωμένο τιμολόγιο δεν μας εξυπηρετεί καθώς αφορά βραδινές ώρες κατά τις οποίες τα γραφεία της εταιρίας παραμένουν κλειστά.

Ένα ενδεικτικό κοστολόγιο που αφορά έναν τηλεφωνικό πάροχο στο Dubai (Etisalat) και τις χρεώσεις προς Ελλάδα για κάθε λεπτό ομιλίας φαίνεται στη παρακάτω εικόνα.

	Ακέραιο Τιμολόγιο Euro/Λεπτό	Μειωμένο Τιμολόγιο Euro/Λεπτό
Σταθερό Τηλέφωνο/ Κινητό	0.44	0.28

Σχήμα 5.32 : Τιμολόγιο για κλήσεις προς Ελλάδα

Όσον αφορά τις αστικές κλήσεις στην Αθήνα ακολουθεί η παρακάτω εικόνα με το ενδεικτικό τιμολόγιο

Ζώνες Χρέωσης				
	Καθημερινές ημέρα	Καθημερινές βράδυ	Σάββατο	Κυριακή
	08:00 -20:00	20:00 - 08:00	24ωρο	24ωρο
Για τμήμα κλήσης μέχρι και 2'	€ 0,03198/λεπτό			
Για τμήμα κλήσης πάνω από 2'	0,000533 € / sec (€ 0,03198 / min)	0,000513 € / sec (0,03075 € / min)	0,000513 € / sec (0,03075 € / min)	0,000492 € / sec (0,02952 € / min)

Σχήμα 5.33 : Τιμολόγιο αστικών κλήσεων

Παρατηρώντας τους παραπάνω πίνακες και αν αναλογιστούμε τον συνολικό χρόνο ομιλίας που καταναλώνουν όλοι οι υπάλληλοι από και προς όλα τα site της εταιρίας , με απλούς υπολογισμούς μπορούμε να αναφέρουμε ένα ενδεικτικό κόστος επικοινωνίας που χρειάζεται η εταιρεία χρησιμοποιώντας για τις ανάγκες αυτής στο PSTN δίκτυο.

Υποθέτουμε λοιπόν ότι ένας μέσος όρος διάρκειας ομιλίας από Ελλάδα προς το εξωτερικό είναι μια ώρα την ημέρα. Αν θεωρήσουμε και έναν μέσο όρο χρέωσης 0,7 ευρώ/λεπτό τότε $0,7 * 60 = 42$ ευρώ την ημέρα. Αν υποθέσουμε επίσης ότι η εταιρεία δουλεύει 265 μέρες τον χρόνο τότε μιλάμε για ένα ετήσιο κόστος ενδοεταιρικής επικοινωνίας μόνο από Ελλάδα ίσο με $265 * 42 = 11130$ ευρώ. Αν θεωρήσουμε τέλος ότι από τα υπόλοιπα site συνολικά τα ενδοεταιρικά έξοδα επικοινωνίας είναι 11000 ευρώ τότε μιλάμε για ένα ετήσιο κόστος για ενδοεταιρική επικοινωνία της τάξης 22000 ευρώ.

Αυτά τα έξοδα όπως καταλαβαίνουμε θα εκμηδενιστούν με την εγκατάσταση της IP τηλεφωνίας γιατί πλέον οι κλήσεις θα πραγματοποιούνται μέσω του ήδη υπάρχοντος MPLS δικτύου. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφέρουμε ότι τα μόνα έξοδα που θα συνεχίσει να έχει η εταιρεία σε θέματα τηλεφωνίας θα είναι μόνο οι κλήσεις προς "τρίτους". Και εδώ όμως η IP τηλεφωνία έρχεται να δώσει λύση. Με την υπηρεσία toll by pass όλες οι κλήσεις προς τρίτους πραγματοποιούνται πλέον με τοπική χρέωση. Τέλος κάτι ανάλογο γίνεται και με τις κλήσεις προς κινητά όπως αναφέραμε και παραπάνω.

Αναλύοντας πιο λεπτομερώς τους παραπάνω πίνακες διακρίνουμε ότι το κόστος εγκατάστασης για το site στην Ελλάδα ανέρχεται στα 5.500 euro (σχήμα 5.22) . Σε αυτό το ποσό πρέπει να συνυπολογίσουμε το μερίδιο που αντιστοιχεί από το κόστος του εξοπλισμού της κεντρικής διαχείρισης (σχήμα 5.21) μαζί με το κόστος των IP τηλεφωνικών συσκευών

Μελετώντας το ανθρώπινο δυναμικό στο site της Ελλάδας καταλήγουμε στις εξής πρόταση εξοπλισμού όσον αφορά τα IP τηλέφωνα.

Job	Units	Model	Cost per Unit	Total Cost
Απλοί Χρήστες	47	7911G	100 euro	4700 euro
Μάνατζερ	20	7942G	150 euro	3000 euro
Γραμματεία / Στελέχη	50	7962G	200 euro	10000 euro
Meeting Rooms	3	7937G	600 euro	1800 euro
Τελικό κόστος				19500 euro

Σχήμα 5.34 : Κοστολόγιο IP τηλεφώνων

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το συνολικό κόστος για την Ελλάδα ανέρχεται στο ποσό των 30.100 euro (19.600 + 5.500 + 5.000) . Λαμβάνοντας υπόψη το κόστος κλήσεων προς εξωτερικό ανά χρόνο (11.300) βλέπουμε ότι η απόσβεση θα έχει γίνει σε λιγότερο από 3 χρόνια. Ωστόσο αυτός ο χρόνος στην πραγματικότητα είναι μικρότερος με τη μείωση του κόστους κλήσεων προς κινητά.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ,καταλαβαίνουμε ότι αξίζει να επενδύσουμε σε ένα έργο τέτοιου μεγέθους γιατί τα οφέλη σε οικονομικό όσο και σε λειτουργικό επίπεδο είναι πολλά.

Βιβλιογραφία

1. Davidson Jonathan, Peters James, 2000, *Voice over IP Fundamentals*, Cisco Press, USA.
2. Lovell David, 2002, *Cisco IP Telephony*, Cisco Press, USA.
3. Ιάκωβος Στ. Βενιέρης, Ευγενία Νικολούζου, 2006, *Τεχνολογίες Διαδικτύου*, Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα.
4. Γκάμας Α., Καπούλας Β., Μπούρας ΧΡ., Πρίμπας Δ., Στάμος Κ., 2004, *Ειδικά θέματα δικτύων και υπηρεσιών*, Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα
5. Γκριτζαλης Στέφανος, Κάτσικας Σωκράτης, Γκριζάλης Δημήτρης, 2003, *Ασφάλεια Δικτύων Υπολογιστών. Τεχνολογίες και Υπηρεσίες σε περιβάλλοντα Ηλεκτρονικού επιχειρείν και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα
6. Douglas Comer, 2004, *Computer network and internets with internet applications*, Publishing House of Electronic Industry, West Lafayette.
7. Daniel Minoli, 2006, *Voice over IP. Architectures for Next Generation VOIP Networks*, Elsevier, UK.
8. Andrew G. Mason, 2001, *Cisco Secure Virtual Private Networks*, Cisco Press, USA.

Links

1. Mobile IP

http://www.cisco.com/web/about/ac123/ac147/archived_issues/ipj_4-2/mobile_ip.html

2. VPN

- http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/vpndevc/ps6032/ps6094/ps6120/prod_white_paper0900aecd804fb79a_ns125_Networking_Solutions_White_Paper.html
- http://www.e-tutes.com/lesson12/networking_fundamentals_lesson12_8.htm

3. ISDN

<http://www.tcom.auth.gr/isdn/technologies/isdn-tutorial.html>

4. MGCP

<http://www.iptelephony.gr/news.php?item.76.7>

5. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=487

6. H323

- <http://www.syzefxis.gov.gr/node/22>
- http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=487
7

7. SIP

- <http://www.3cx.gr/voip-sip/sip-faq.php>
- <http://www.asteriskpbx.gr/sip.html>

8. UDP

<http://el.wikipedia.org/wiki/UDP>

9. TCP

<http://el.wikipedia.org/wiki/TCP>

10. H323 + PBX

<http://www.cutelogic.gr/voip.htm>

11. INFOTECH

www.pmi.it/file/whitepaper/000156.pdf

12. Unified Communications

www.nss.gr/el/cloud-products/unified-communications.html

13. ROI

http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/voicesw/ps6790/gatecont/ps5640/white_paper_c11-568504.pdf

14. WEB EX

<http://www.cisco.com/en/US/products/ps10409/index.html#~one>