



VoIP

(Voice over Internet Protocol)

Τηλεφωνία Μέσω Διαδικτύου

Η Επόμενη Γενιά Τηλεφωνικής Επικοινωνίας

Επιμέλεια Πτυχιακής: ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Α.Μ. : 3161

Επιβλέπων Καθηγητής: ΑΝΤΩΝΙΔΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

ΑΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ, ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

Περιεχόμενα:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Κλασική τηλεφωνία

1.1	Κλασική τηλεφωνία, Signaling system 7	5
1.2	Μεταφορά από την παραδοσιακή τηλεφωνία στο VoIP	7
1.3	VoIP στο σπίτι	8
1.4	Απώλεια ενέργειας και συστήματα ασφαλείας	9
1.5	Παροχέας υπηρεσιών Internet	11
1.6	Καθυστέρηση, απώλεια πακέτων και jitter	11
1.7	Απώλεια πακέτων	12
1.8	Gitter	13
1.9	Ηχώ, Side Tone – Βοηθητική ηχώ	14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ψηφιακή Τηλεφωνία & Protocol and Standard

2.1	Ψηφιακή Τηλεφωνία	15
2.2	Τα 7 επίπεδα (κατα OSI)	15
2.3	Class of Service (CoS).....	16
2.4	802.1p και TOS (Type of Service.).....	16
2.5	DiffServ.....	17
2.6	Policy Servers, DSCP classes.....	18

2.7	Resource Reservation Protocol (RSVP).....	20
2.8	Multi Protocol Label Switching (MPLS), Framing.....	21
2.9	Packetization, Multiplexing.....	22
2.10	Συμπίεση(Compression), Codecs.....	23
2.11	Codec packet rate.....	25
2.12	Δομή πακέτου VoIP.....	28
2.13	Ethernet.....	29
2.14	Decoding και Playback, Transcoding – Μετακωδικοποίηση.....	30
2.15	Call paths	31
2.16	Διασύνδεση – Interoperability.....	33
2.17	Quality of Service (QoS)	33
2.18	QoS, Bandwidth και επάρκεια Bandwidth	35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

H.323 Standard & SIP(Session Initiation Protocol)

3.1	Συστατικά του H.323.	37
3.2	Terminals, Gateways, Gatekeepers.....	38
3.3	Multipoint Control Units (MCU), H.323 Protocol Stack.....	39
3.4	Έλεγχος και signaling σε συστήματα H.323.....	40
3.5	H.225/RAS, H.225/Signaling, H.245 Media and Conference Control.....	40
3.6	H.323 Call Setup.....	41
3.7	H.323 Implementations – Εφαρμογές.....	42
3.8	Μερικά κύρια χαρακτηριστικά του SIP.....	42
3.9	Συστατικά του SIP, User Agents	43
3.10	SIP Servers -Μηνύματα SIP.....	44
3.11	Μία τυπική εγκαθίδρυση κλήσης στο SIP.....	45
3.12	Εφαρμογές SIP.....	47
3.13	Σύγκριση του H.323 με το SIP.....	48
3.14	IAX2 – Inter-Asterisk eXchange protocol.....	48.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Προϊόντα VoIP & IPv6 (Το IP της επόμενης γενιάς)

4.1	Softphones.....	49
4.2	X-Lite 3.0.....	49
4.3	Sj Phone.....	51
4.4	ITSP(Προγράμματα VoIP).....	54
4.5	Skype.....	57
4.6	Πλεονεκτήματα του IPv6	59
4.7	Διευθύνσεις στο IPv6	61
4.8	Ειδικές IPv6 διευθύνσεις, Βασικά Χαρακτηριστικά Του Πρωτοκόλλου.....	61
4.9	Η σιωπηρή επανάσταση των νοip	64
4.10	Πώς γίνεται και το IP δίκτυο είναι σε θέση να είναι φθηνότερο	65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1	Επεξήγηση Όρων	66
-----	----------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1	Βιβλιογραφία	70
-----	--------------------	----

VoIP

(Voice over Internet Protocol)

Τηλεφωνία Μέσω Διαδικτύου

Η Επόμενη Γενιά Τηλεφωνικής Επικοινωνίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το VoIP έχει έρθει στη ζωή μας τα τελευταία χρόνια και έχει δώσει πολλές λύσεις όσο αναφορά την επικοινωνία μέσω του υπολογιστή όσο και μέσω του κλασικού τηλεφώνου που έχει κάθε οικογένεια στο σπίτι της. Μέσα από την εργασία αυτή θα δούμε πως από την παραδοσιακή τηλεφωνία, περάσαμε στην ψηφιακή και από κει στην εποχή του VoIP και πως αυτό είναι εφικτό πλέον σε κάθε σπίτι.

Επίσης, θα μελετήσουμε τα πρωτόκολλα, τα standards και τα πακέτα κωδικών (codec racks) τα οποία χρησιμοποιούνται για τη δομή ενός πακέτου VoIP. Καθώς και πως μπορούμε να επιτύχουμε καλύτερη ποιότητα στην υπηρεσία, το λεγόμενο QoS, που είναι ένα πολύ σημαντικό θέμα για την επιτυχία του VoIP.

Θα αναλύσουμε πλήρως το πρωτόκολλο H.323 στο οποίο βασίζεται η αρχιτεκτονική του VoIP καθώς και το SIP (Session Initiation Protocol - πρωτόκολλο επικοινωνίας μέσω δικτύων υπολογιστών) το οποίο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της δημιουργίας της κλήσης καθώς και για την λήξη της.

Τέλος, θα μιλήσουμε για προϊόντα VoIP που υπάρχουν στην αγορά και μπορεί να αγοράσει ο καθένας, αλλά θα δούμε επίσης και την επόμενη γενιά του IP και πως αυτή παρέχει συνολικά καλύτερες δυνατότητες διασύνδεσης.

VoIP

(Voice over Internet Protocol)

Telephony via internet

Next Generation Communications Telephony

Summary

The **VoIP** has come into our lives in recent years and has given many options pertain to communicate via PC and via the traditional phone that every family use at home. Through this work we'll see how the traditional telephony switch to digital and from there to the era of VoIP and how this is possible in every home.

We 'll study at protocols, standars and codes packages (codec packs) which are used to structure a package VoIP. Also, how we can achieve a better quality of service, called QoS, which is a very important issue for success of VoIP.

We will analyze the full H.323 protocol, which is the base of the architecture of VoIP and of course we'll have a glance at SIP (Session Initiation Protocol - communication protocol through computer networks) that used to control the creation of the call and the end of it.

Finally, we will talk about VoIP products on the market and how that can be purchased by everyone. We'll see also the next generation of IP and how it provides better opportunities for global connectivity.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΚΛΑΣΙΚΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ

Σκοπός του PSTN (Public Switched Telephone Network) είναι η εύκολη και αξιόπιστη τηλεφωνική συνομιλία οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας και για όλο το χρόνο. Το PSTN είναι ένας συνδυασμός αναλογικών ψηφιακών και ηλεκτρομηχανικών συνδέσεων που παλεύουν για να είναι σίγουρο ότι κάθε φορά που θα σηκώσουμε το τηλέφωνό μας θα ακούσουμε τον χαρακτηριστικό ήχο κλήσης. Τα πρώτα πειραματικά τηλεφωνικά δίκτυα δούλευαν με δίκτυο πλέγμα όπου κάθε τηλεφωνική σύνδεση συνδεόταν με όλες τις άλλες. Για κάθε 10 συσκευές χρειαζόντουσαν 90 γραμμές, πράγμα που εκτός από ασύμφορο η περίπτωση επέκτασης του δικτύου γινόταν πραγματικά αδύνατη. Μετά χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος switch network. Στο switch network (δίκτυο διακοπών) οι συνδέσεις μεταξύ τηλεφώνων δεν είναι μόνιμες αλλά δημιουργούνται μόνο όταν γίνεται κάποια κλήση. Όταν εκτελείται μια κλήση, δημιουργείται ένας προσωρινός σύνδεσμος-link μεταξύ του καλούμενου και αυτού που καλεί. Η σύνδεση μπορεί να αποτελείται από καλώδια, οπτική ίνα ή ασύρματα, ανάλογα την κατασκευή του δικτύου που χωρίζει τους δύο χρήστες.

SIGNALING SYSTEM 7

Το SS7 είναι συστατικό του PSTN, ένα δεύτερο δίκτυο που τρέχει παράλληλα με αυτό. Σκοπός του είναι να συντονίζει την επικοινωνία μεταξύ των switches, των βάσεων δεδομένων της εταιρείας της τηλεφωνίας και του συστήματος χρεώσεων. Γενικά το SS7 είναι ένα σετ τηλεφωνικών πρωτοκόλλων signaling, τα οποία χρησιμοποιούνται για την δημιουργία μιας μεγάλης πλειοψηφίας τηλεφωνικών κλήσεων παγκοσμίως. Τα δωρεάν τηλεφωνήματα και η δρομολόγηση υπεραστικών τηλεφωνημάτων, είναι λειτουργίες του SS7. Συχνά αναφέρονται σε αυτό με το όνομα CCS7, ως ακρώνυμο του "Common Channel Signaling System 7". Αναπτύχθηκε από την AT&T το 1975 και ορίστηκε ως στάνταρ από την ITU-T το 1981. Δημιουργήθηκε με σκοπό να αντικαταστήσει τα SS5, SS6 και R2 τα οποία χρησιμοποιούνταν ως στάνταρ παγκοσμίως πριν το SS7. Το SS5 χρησιμοποιούσε ειδικούς τόνους, με τους οποίους γινόταν η επικοινωνία μεταξύ του τηλεφώνου και του κέντρου. Οι τόνοι αυτοί βρίσκονταν μέσα στο φάσμα της συχνότητας φωνής 300Hz-3.400Hz (in-band signaling) με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν προβλήματα ασφαλείας. Με το SS7 πλέον οι τόνοι αυτοί βρίσκονται εκτός του φάσματος συχνοτήτων φωνής (out-of-band), σε ξεχωριστό κανάλι signaling. Αν και δευτερεύον σύστημα του PSTN, χωρίς αυτό δε θα μπορούσε να λειτουργήσει σωστά.

Όταν σηκώνουμε το ακουστικό στο σπίτι, ακούμε τον ήχο κλήσης που εκπέμπεται από το πιο απλό κύκλωμα φωνής, το οποίο είναι μια αναλογική τηλεφωνική γραμμή, γνωστή ως και POTS (Plain Old Telephone System). Η γραμμή αυτή είναι ένα ηλεκτρικό loop. Στην άλλη άκρη της τηλεφωνικής γραμμής υπάρχει ένα switch της τηλεφωνικής εταιρείας. Το switch αυτό δίνει στο τηλέφωνο την ισχύ που χρειάζεται, στέλνει τα ηχητικά σήματα που εκπέμπονται και γνωρίζει πώς να χειριστεί τους αριθμούς που πληκτρολογεί ο χρήστης. Επίσης ελέγχει τις κλήσεις σε περίπτωση αναμονής έτσι ώστε να μπορέσουμε να αλλάξουμε το άτομο με το οποίο μιλάμε, ενώ το άλλο μπαίνει σε αναμονή.

Το POTS είναι το πλέον διαδεδομένο είδος υπηρεσίας που παρέχουν οι τηλεφωνικές εταιρείες τις τελευταίες δεκαετίες. Τα κεντρικά στοιχεία του, ένα ζεύγος χάλκινων καλωδίων, ένας δέκτης στην μία άκρη και ένα switch στην άλλη δεν άλλαξαν ιδιαίτερα με την πάροδο του χρόνου. Η απλότητά του και η καλή φήμη του, είναι αυτά που του χάρισαν τη μακροζωία. Για ποιο λόγο να μην κρατήσουμε λοιπόν αυτό για πάντα; Ο λόγος είναι ότι το POTS δουλεύει πολύ καλά όταν υπάρχει μικρή χρήση, όταν δηλαδή έχουμε μικρό αριθμό ταυτόχρονων χρηστών και αριστεύει όταν δεν είναι σημαντικό να έχουμε πιο εξελιγμένα χαρακτηριστικά και πυκνότητα κλήσεων. Πολλές εταιρείες έδιναν ένα πιο εξελιγμένο τύπο τηλεφώνου, το Centrex, για να είναι δυνατή η προώθηση κλήσεων και άλλες ευκολίες. Από τη στιγμή όμως που και το τηλέφωνο και η γραμμή ανήκουν στην εταιρεία οι χρεώσεις ήταν φυσικά αυξημένες.

Για να λύσουν αυτό το πρόβλημα οι εταιρείες εγκαθιστούσαν δικά τους τηλεφωνικά κέντρα. Το γνωστό PBX (Private Business eXchange). Ένα πιο απλό switch με το οποίο μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα δικό μας τηλεφωνικό δίκτυο χωρίς να βγαίνουμε αναγκαστικά στο PSTN. Δουλειά του είναι να δρομολογεί τις κλήσεις, βλέποντας αν κάποιος προσπαθεί να καλέσει εκτός του ιδιωτικού δικτύου ή αν προσπαθεί να βρει κάποιον από μέσα. Συνδέσεις που καταλήγουν από ένα switch της εταιρείας σε μια κατοικία, ονομάζονται γραμμή (line). Τα POTS, το Centrex, η γραμμή ISDN και οι T1 συνδέσεις ονομάζονται γραμμές.

Συνδέσεις ανάμεσα σε δύο ή περισσότερα PBX ονομάζονται trunks. Οι δυνατότητες της PSTN είναι ανάλογες με τις ψηφιακές συνδέσεις που υπάρχουν, αφού για κάθε κλήση πρέπει να υπάρχει ένα κύκλωμα. Παρότι ο εξοπλισμός του PSTN κάνει καλή δουλειά, υπάρχουν περιορισμοί που προκύπτουν από την ίδια την φύση του «circuit-switched».

Νέες εφαρμογές όπως η αναμονή κλήσης, η συνδιάσκεψη τριών ατόμων ή η αναγνώριση κλήσεων, χρειάστηκαν πολύ χρόνο για να δοθούν στο κοινό διότι η αναβάθμιση στα κεντρικά συστήματα των εταιρειών μπορεί να διαρκέσει ακόμη και χρόνια. Μία άλλη πρόκληση είναι οι περιορισμοί χωρητικότητας. Η πιστότητα του ήχου είναι περιορισμένη στο διαθέσιμο bandwidth ανάμεσα στους δύο συνομιλητές. Επίσης ο μέγιστος αριθμός κλήσεων σε μια εταιρεία περιορίζεται από τον αριθμό των συνδέσεων. Φυσικά όσο περισσότερες συνδέσεις τόσο μεγαλύτερο το κόστος για μια εταιρεία. Με τον καιρό, νέες υπηρεσίες αρχίζουν να παρέχονται από τις εταιρείες τηλεφωνίας και καθώς ο κόσμος τις υιοθετούσε, έγιναν κι αυτές μέρος του κόστους. Έτσι λοιπόν άρχισαν οι χρήστες να ψάχνουν για έναν νέο τρόπο τηλεφωνικής επικοινωνίας και στράφηκαν προς το διαδίκτυο. Στο διαδίκτυο και γενικά στα IP δίκτυα τα πρωτόκολλα επικοινωνίας συνεχώς βελτιώνεται, έτσι όλο και περισσότερες λειτουργίες παραδίδονται στον χρήστη καθώς το bandwidth αυξάνεται ενώ το κόστος των δικτύων συρρικνώνεται.

Στο διαδίκτυο η χωρητικότητα είναι στενά συνδεδεμένη με το λογισμικό και την αποτελεσματικότητά του, παρά με τη φυσική χωρητικότητα ενός τηλεφωνικού switch όπως συμβαίνει με το PBX και το PSTN. Όσο το λογισμικό βελτιώνεται τόσο αυξάνει η χωρητικότητα του IP δικτύου, σε αντίθεση με τα παραδοσιακά switch που χρειάζονται επιπρόσθετο και συχνά ακριβό εξοπλισμό για να αυξηθεί η χωρητικότητά τους.

Τα IP δίκτυα είχαν πάντα ένα ακόμα πλεονέκτημα απέναντι στα παραδοσιακά δίκτυα τηλεφωνίας. Το λογισμικό χρησιμοποιεί συγκεκριμένα συστατικά hardware. Τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές οι οποίοι έχουν πλέον χαμηλό κόστος κτίσης. Ακόμα και αν χρειαστεί αναβάθμιση σε κάποιον υπολογιστή, αυτή μπορεί να γίνει με πολύ λιγότερα έξοδα απ' ότι παραδείγματος χάρη στα PBX. Το PSTN είναι σαφέστατα πιο σταθερό και αξιόπιστο από ένα IP δίκτυο. Παρόλα αυτά συνήθως είναι πιο οικονομικό και εύκολο να χειριστεί κάποιος προβλήματα του IP δικτύου απ' ότι στο PSTN δίκτυο όταν αυτά εμφανιστούν.

1.2 Μεταφορά από την παραδοσιακή τηλεφωνία στο VoIP

Η προσπάθεια που καταβάλλεται για την ενοποίηση όλων των υπηρεσιών μέσα από IP, είναι μία σταδιακή προσπάθεια σε δύο μέτωπα. Πρώτον, οι κατασκευαστές τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού ενδιαφέρονται να εισέλθουν στο IP με αναπτυσσόμενες υπηρεσίες και πρωτόκολλα. Δεύτερον, οι

κατασκευαστές εξοπλισμού DATA προχωρούν ένα βήμα παραπέρα, έτσι ώστε να παρέχουν υπηρεσίες φωνής και multimedia μέσα από το δίκτυα δεδομένων.

Η μετατροπή – μεταφορά από PSTN σε VoIP έχει πιθανές παγίδες. Δεν πρέπει να ξεχνάμε το κόστος και τις επιπλοκές που θα έχει στο προσωπικό μίας επιχείρησης. Προκύπτουν προκλήσεις από την χρήση μίας νέας τεχνολογίας, η οποία θα κάνει τη δουλειά που γινόταν αξιόπιστα για δεκαετίες με τον παλιό τρόπο. Επειδή το VoIP λειτουργεί πάνω στο δίκτυο δεδομένων, αν αυτό δεν έχει στηθεί καλά, τότε τα αποτελέσματα θα είναι καταστροφικά. Η ασφάλεια, η σταθερότητα και η ποιότητα κλήσεων του VoIP είναι άμεσα συνδεδεμένα με την ποιότητα του ήδη υπάρχον δικτύου δεδομένων. Αν το δίκτυο είναι ανασφαλές ή ασταθές, τότε θα είναι και το VoIP.

Η πιο συνηθισμένη αιτία αποτυχίας του VoIP, είναι η κακή ποιότητα των κλήσεων, που συνήθως είναι αποτέλεσμα της κακής διαχείρισης και της μη κατανόησης των απαιτήσεων του VoIP από τον διαχειριστή. Το VoIP δεν είναι μόνο η διαχείριση κλήσεων. Περιέχει και μία σειρά μεθόδων για την βελτίωση της ποιότητας της υπηρεσίας. Σε περίπτωση που δεν ληφθούν υπόψη αυτά τα θέματα, η χρήση του VoIP είναι καταδικασμένη.

1.3 VoIP στο Σπίτι

Πολλές τηλεφωνικές εταιρίες προσφέρουν πλέον υπηρεσίες κλήσεων VoIP που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σπίτι αντικαθιστώντας λίγο πολύ την συμβατική PSTN. Απαραίτητη προϋπόθεση φυσικά είναι μία ευρυζωνική σύνδεση και η εγγραφή σε έναν παροχέα τηλεφωνικών υπηρεσιών μέσω διαδικτύου (ITSP internet telephony service provider). Δεν υποστηρίζουν όλοι οι παροχείς την πραγματοποίηση κλήσεων από ή προς δίκτυο PSTN, αλλά όλοι επιτρέπουν κλήσεις σε άλλους χρήστες της ίδιας υπηρεσίας μέσω internet. Για να πραγματοποιηθούν κλήσεις σε PSTN θα πρέπει ο χρήστης να προαγοράσει χρόνο. Οι κλήσεις όμως, που θα πραγματοποιήσει, θα έχουν πολύ μικρότερη χρέωση απ' ότι αν τις έκανε με την παραδοσιακή τηλεφωνία. Το κόστος κυμαίνεται στα επίπεδα του τοπικού τηλεφώνου. Π.χ. ένας χρήστης στην Ελλάδα μπορεί να καλέσει ένα τοπικό τηλέφωνο στην Γερμανία μέσω VoIP και να χρεωθεί σαν να καλούσε από την Γερμανία. Επίσης μερικοί παροχείς δίνουν τη δυνατότητα να καλείς άλλους χρήστες που χρησιμοποιούν άλλον παροχέα.

Υπάρχουν τέσσερις τρόποι χρήσης του VoIP:

Με software-softphone. Με ένα σετ ακουστικών-μικροφώνου και μία τηλεφωνική γραμμή με σύνδεση στο διαδίκτυο κάθε υπολογιστής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μία μονάδα VoIP. Στην πράξη όμως συστήματα softphone δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν υπάρχουν ανησυχίες για την ασφάλεια ή την ιδιωτικότητα. Ιοί, worms και άλλα κακόβουλα προγράμματα είναι μία πολύ συνηθισμένη απειλή σε υπολογιστές που συνδέονται στο διαδίκτυο, και πολλά απ' αυτά είναι πολύ δύσκολο να εντοπιστούν και να αντιμετωπιστούν με επιτυχία. Είναι γνωστό ότι μέσω των web browsers και των κενών ασφαλείας που έχουν, ένας χρήστης μπορεί να μολυνθεί ακόμα και όταν απλώς σερφάρει σε σελίδες του διαδικτύου χωρίς ο ίδιος να αντιληφθεί ότι κάτι συνέβη.

Με hardware, IP phone. Τα προϊόντα αυτά έχουν πολύ περισσότερες δυνατότητες από ένα απλό τηλέφωνο με πλήκτρα. Η πλειοψηφία των IPphone έχουν μία μικρή οθόνη LCD η οποία παρέχει δυνατότητες πλοήγησης, άμεσων μηνυμάτων, ή τηλεφωνικού καταλόγου. Επίσης χρησιμοποιείται για την παραμετροποίηση του τηλεφώνου, ώστε να ρυθμιστούν δυνατότητες όπως η συνδιάσκεψη τριών ή περισσότερων ατόμων, η προώθηση κλήσεων κλπ. Ορισμένες από αυτές τις συσκευές είναι σχεδιασμένες με "βάση", παρέχοντας την ίδια ευκολία με το συμβατικό ασύρματο τηλέφωνο

Με συσκευή ATA (Analog telephone adapter) όπου μπορούν να συνδεθούν τα αναλογικά τηλέφωνα και να λειτουργήσουν σε δίκτυα VoIP.

Με φορητές μονάδες. Οι ασύρματες μονάδες VoIP έχουν αρχίσει να γίνονται ιδιαίτερα δημοφιλείς, ειδικά από την στιγμή που πολλές εταιρίες έχουν ήδη εγκαταστήσει βάσεις δικτυακού εξοπλισμού 802.11. Τα προϊόντα ασύρματου VoIP παρουσιάζουν όμως πρόσθετες προκλήσεις σε ότι αφορά την ασφάλεια. Το WEP, χαρακτηριστικό ασφαλείας του 802.11b προσφέρει πολύ μικρή ή καθόλου προστασία.

1.4 Απώλεια Ενέργειας Και Συστήματα Ασφαλείας

Τα παραδοσιακά τηλέφωνα τροφοδοτούνται από την μπρίζα του τηλεφώνου. Οπότε ακόμα και αν υπάρξει κάποια διακοπή ρεύματος, το τηλέφωνό μας συνεχίζει να λειτουργεί. Σε εταιρικό επίπεδο

όπου έχει εγκατασταθεί ένα σύστημα PBX απαιτείται και ένα σύστημα backup για την περίπτωση που συμβεί διακοπή ρεύματος. Παρόμοια συστήματα απαιτούνται και στα συστήματα VoIP. Μιλώντας πάντα σε εταιρικό επίπεδο, συνήθως είναι εγκατεστημένο ένα σύστημα backup το οποίο φροντίζει για την αδιάλειπτη λειτουργία των υπολογιστών και γενικά του δικτύου δεδομένων. Το ίδιο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για το VoIP. Πέρα από τους servers οι οποίοι θα πρέπει να λειτουργούν συνεχώς, πρέπει να υπάρξει μέριμνα και για τους υπολογιστές. Συνεπώς όταν στήνει κάποιος συστήματα VoIP πρέπει να λάβει υπόψιν του και το κόστος που θα συνεπάγεται από την αγορά UPS μπαταριών, καθώς και το μακροπρόθεσμο κόστος συντήρησης. Το κόστος αυτό όμως είναι σίγουρα πολύ μικρότερο από το κόστος της απώλειας πληροφοριών ή/και καταστροφής μηχανημάτων από μία απότομη αυξομείωση της τάσης του ρεύματος. Για να είναι πλήρως καλυμμένη μία εταιρία, ακόμα και σε διακοπή ρεύματος αρκετών ωρών, θα πρέπει να εγκαταστήσει και γεννήτριες ρεύματος. Σε ιδιωτικό επίπεδο ένα απλό UPS είναι αρκετό. Το κόστος για ένα μέσο χρήστη κυμαίνεται από 55€-200€ δίνοντας την απαραίτητη ισχύ για την λειτουργία του υπολογιστή από 10 λεπτά έως και >30 λεπτά ανάλογα με το μέγεθος του UPS και το φορτίο που πρέπει να υποστηρίξει.



Μέγιστη Ισχύς: 600 VA / 360W.

Έχει διάρκεια μπαταρίας έως και 10 λεπτά και ειδοποίηση λειτουργίας με λυχνία και ηχητικό σήμα.



Μέγιστη Ισχύς: 2000 VA / 1080W.

Έχει διάρκεια μπαταρίας έως και 26 λεπτά (για δύο συστήματα με 15" οθόνες), ειδοποίηση λειτουργίας με λυχνία και ηχητικό σήμα, και χρόνο απόκρισης 4-6 ms.

Φυσικά όταν έχουμε να κάνουμε με εταιρικά συστήματα διατίθενται πιο εξειδικευμένα και σαφώς πιο ακριβά συστήματα back up. Το κόστος εξαρτάται πάντα από το τι θέλουμε να κάνουμε. Σε γενικές γραμμές πάντως προστασία από υπερτάσεις και διακοπές ρεύματος θα πρέπει να έχει κάθε υπολογιστής.

1.5 Παροχέας υπηρεσιών Internet

Όπως έχουμε ήδη πει, για την χρήση υπηρεσιών VoIP είναι υποχρεωτική η χρήση μία γρήγορης σύνδεσης στο διαδίκτυο. Όπως όμως γνωρίζουν όλοι όσοι χρησιμοποιούν μία τέτοια σύνδεση, η παροχή της υπηρεσίας δεν είναι αδιάλειπτη. Ορισμένες φορές η υπηρεσία δεν είναι διαθέσιμη, είτε για λόγους αναβάθμισης του δικτύου, είτε λόγο τεχνικών βλαβών. Ο χρόνος αποκατάστασης ποικίλει αναλόγως του προβλήματος, της περιοχής, του φόρτου εργασίας και πολλών άλλων παραγόντων. Συνεπώς όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε το VoIP πρέπει να έχουμε στον νου μας ότι ορισμένες μέρες του χρόνου ενδέχεται να μην μπορούμε να πραγματοποιήσουμε κλήσεις. Παρ' ότι και στην παραδοσιακή τηλεφωνία υπάρχουν περιπτώσεις βλαβών στα συστήματα, ένας μεγάλος αριθμός τεχνικού προσωπικού φροντίζει για την άμεση και γρήγορη επισκευή τους

1.6 Καθυστέρηση, απώλεια πακέτων και jitter

Καθυστέρηση, λεγόμενη και lag είναι η κύρια αιτία για χαμηλής ποιότητας κλήσεων. Κύρια αιτία είναι τα δίκτυα περιορισμένης ταχύτητας. Η καθυστέρηση μεταξύ των χρηστών στο VoIP ορίζεται ως ο χρόνος που μεσολαβεί από την στιγμή που ο καλών πει κάτι, ως την στιγμή που ο συνομιλητής ακούσει αυτό που ειπώθηκε. Έρευνες έδειξαν ότι καθυστέρηση μικρότερη από 150 ms δεν είναι άμεσα αντιληπτή, μεγαλύτερη από 150 ms είναι αποθαρρυντική ενώ πάνω από 300ms θεωρείται μη αποδεκτή.

Η καθυστέρηση έχει τα ακόλουθα αποτελέσματα στις τηλεφωνικές εφαρμογές.

- Μειώνει την ταχύτητα της ανθρώπινης επικοινωνίας
- Μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα να διακόπτει ο ένας ομιλητής τον άλλο χωρίς λόγο
- Μπορεί να επιδεινώσει ένα άλλο πρόβλημα : την ηχώ
- Μπορεί να προκαλέσει προβλήματα συγχρονισμού στις εφαρμογές.

Ο καλύτερος τρόπος για να νικηθεί η καθυστέρηση είναι η χρήση κωδικών με μικρή παρεμβολή στα πακέτα και η γρήγορη γραμμή στο δίκτυο, επειδή τα πρωτόκολλα QoS μόνα τους δεν μπορούν να βελτιώσουν την επίδραση της καθυστέρησης. Η καθυστέρηση είναι ο εχθρός του VoIP αλλά είναι και ένας τρόπος με τον οποίο είναι δυνατό να υπάρξει μικρότερη απώλεια πακέτων, βελτίωση του jitter

και αντικατάσταση των χαμένων πακέτων (packet loss concealment - PLC). Λόγο της επεξεργασίας που απαιτείται για την βελτίωση των παραπάνω φαινομένων προκαλείται αναπόφευκτα καθυστέρηση.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που συμβάλουν καθυστέρηση. Μερικοί από αυτούς είναι:

- Frame and packetization
- Software processing and PLC
- Jitter buffering
- Routing and firewall
- Transcoding
- Media access and network interfacing

Παρακάτω θα δούμε αναλυτικότερα τι είναι ο κάθε παράγοντας και πως συμβάλει στην αύξηση της καθυστέρησης. Οι δύο μεγαλύτερες πηγές καθυστέρησης είναι το framing / packetization, τα οποία μπορεί να προσθέσουν έως και 30ms καθυστέρησης και το routing που μπορεί να προσθέσει 5 – 50ms ανά άλμα.

1.7 Απώλεια πακέτων

Η απώλεια πακέτων είναι καταστροφική για το VoIP, ενώ είναι η κύρια αιτία για συμφόρηση δικτύου. Διαφορετικοί codecs έχουν διαφορετική ανοχή σε απώλειες. Η απώλεια μπορεί να προκληθεί από υπερβολική καθυστέρηση, όπου ένα γκρουπ πακέτων φτάνει καθυστερημένα και πρέπει να αγνοηθεί λόγω των νεότερων πακέτων. Επίσης μπορεί να είναι αποτέλεσμα του jitter. Παραδείγματος χάριν έρχεται ένα πακέτο το οποίο ανήκει σε μία ομάδα πακέτων τα οποία ο buffer έχει ήδη “αδειάσει”, καθιστώντας το άχρηστο. Πέρα από αυτές τις δύο περιπτώσεις, στα πακέτα VoIP ισχύει ότι γνωρίζουμε ήδη για τις απώλειες στα πακέτων δεδομένων. Το φαινόμενο της απώλειας των πακέτων γίνεται πολύπλοκότερο λόγω της εξάρτησης του VoIP από το RTP (Real Time Protocol), το οποίο χρησιμοποιεί το αναξιόπιστο UDP για την μεταφορά των πακέτων, και επομένως δεν υπάρχει η εγγύηση της παράδοσης τους. Παρ’ όλ’ αυτά, λόγω των χρονικών περιορισμών δεν υπάρχει η δυνατότητα της χρήσης αξιόπιστων πρωτοκόλλων, όπως το TCP, για την παράδοση media. Στο TCP αν ένα πακέτο δεν φτάσει στον προορισμό του, τότε ο αποδέκτης μπορεί να ζητήσει από τον αποστολέα την επανεκπομπή του. Σε εφαρμογές real time όμως όπου ο χρόνος είναι ζωτικής σημασίας, κάτι τέτοιο θα ήταν αδύνατο να γίνει. Ο χρόνος που θα απαιτείτο για την αποστολή του

αιτήματος επανεκπομπής και δευτέρας αποστολής κάποιου πακέτου θα ήταν απλώς πολύ έξω από τα όρια των 150ms. Και όλα αυτά χωρίς να υπολογίζουμε και την συμφόρηση που θα προκαλούσαν στο δίκτυο στα αιτήματα επανεκπομπής και εκπομπής των ίδιων πακέτων.

Το PLC είναι μια ικανότητα ορισμένων codecs να κάνουν λιγότερο αντιληπτές τις διακοπές, μέσα από αλγόριθμους. Αυτοί οι codecs λειτουργούν αντικαθιστώντας τον ήχο που πιθανόν να είχε παραχθεί από ένα πακέτο που χάθηκε, με ήχο ο οποίος προβλέπεται βάση της ακολουθίας των πακέτων που παραλήφθηκαν πριν από αυτό ή και μετά, αν χρησιμοποιείται μεγάλος buffer. Ακόμα όμως και όταν είναι ενεργό ένα PLC, ο ρυθμός απώλειας πακέτων σε ένα VoIP δίκτυο δεν πρέπει να ξεπερνά το 1-3% ανάλογα τον codec που χρησιμοποιείται. Απώλειες άνω του 3% δεν είναι ανεκτές από τους συνομιλητές.

Παρότι το QoS μπορεί να βελτιώσει το πρόβλημα απώλειας πακέτων με το να δίνει αποκλειστικό bandwidth για το VoIP, είναι καλό να δίνεται η διαθέσιμη χωρητικότητα του δικτύου έτσι ώστε να κρατιούνται χαμηλά οι απώλειες. Ένα μειονέκτημα όμως των PLC είναι ότι αυξάνουν την καθυστέρηση. Όταν λοιπόν στήνεται ένα δίκτυο VoIP είναι καλό να υπάρχει μία περίοδος πειραματισμού με PLC codecs, έτσι ώστε να υπάρξει μια εκτίμηση για την επίδραση στην καθυστέρηση.

1.8 Gitter

Το gitter είναι ένα πιο σύνθετο πρόβλημα από την καθυστέρηση που υπάρχει ανάμεσα σε δύο πακέτα. Κάνει τα πακέτα να φτάνουν εκτός σειράς, αφήνοντας κενά στην ακολουθία του σήματος της φωνής. Το gitter γίνεται ακόμα χειρότερο όταν η φωνή πρέπει να ταξιδέψει μέσα από μερικούς routers του δικτύου ή σε δίκτυα με μικρό bandwidth. Όσο περισσότερα άλματα τόσο χειρότερο μπορεί να γίνει. Το φαινόμενο είναι ανάλογο της κίνησης των αυτοκινήτων σε ένα φανάρι. Μόλις το φανάρι ανάψει πράσινο (υπάρχει διαθέσιμο bandwidth) τα αυτοκίνητα ξεκινούν όλα μαζί.

Ένας ακόμα πολύ σημαντικός στόχος των πρωτοκόλλων QoS είναι να εξαλείψουν το gitter. Συσκευές που ονομάζονται gitter buffers, στα τελικά σημεία και στους VoIP servers, μπορούν να μετριάσουν το αποτέλεσμα του gitter. Η χρήση όμως των buffers είναι σύνθετο πρόβλημα, λόγω του ότι κανείς δεν μπορεί να ξέρει αν ένα πακέτο που δεν έχει έρθει στην ώρα του, έχει απλώς καθυστερήσει ή έχει εντελώς χαθεί. Ειδικά αν το jitter δεν είναι σταθερό, το σύστημα δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει παλιότερες μετρήσεις χρόνου, ως μία ένδειξη για το αν το πακέτο έχει χαθεί.

Διαφορετικοί routers, ειδικά αυτοί των ISPs, μπορεί να είναι ρυθμισμένοι να χειρίζονται διαφορετικά είδη πακέτων με διαφορετικό τρόπο. Άλλες συσκευές μπορεί απλά να κάνουν προώθηση, όπως π.χ. μία μηχανή κρυπτογράφησης η οποία αγνοεί τα ToS (Type of service) bits σε ένα IP header και άλλες ενδείξεις πράγμα το οποίο μπορεί να ενισχύσει το jitter.

1.9 Ηχώ

Όταν ακούμε τα λόγια που είπαμε στο τηλέφωνο, να επαναλαμβάνονται στο ακουστικό μας μισό δευτερόλεπτο μετά τότε έχουμε φαινόμενο echo – ηχώ. Οι πιθανότητες είναι, αν η ηχώ συμβεί το πολύ 150ms από την στιγμή που πραγματικά έχουμε μιλήσει, να μην γίνει αντιληπτή. Αν όμως συμβεί πάνω από αυτό το κατώφλι τότε το φαινόμενο γίνεται ενοχλητικό. Η ηχώ είναι ένα υποπροϊόν των ηλεκτρονικών συνδέσεων που συνδέουν τα συστήματα PBX με αναλογικές ή TDM γραμμές. Μπορεί να προκληθεί από τρεις λόγους, και είναι ακόμα χειρότερη όταν κάποιοι από αυτούς συνυπάρχουν:

- Παρεμβολές μεταξύ TDM και του τελικού σημείου, ή αναλογικών γραμμών και VOIP. Όσο περισσότερα σημεία παρεμβολής υπάρχουν τόσο χειρότερη γίνεται η ηχώ.
- Μεγάλη απόσταση – καθυστέρηση μεταξύ των χρηστών. Όσο μεγαλύτερη η καθυστέρηση τόσο πιο ενοχλητική η ηχώ γίνεται.
- Η παρεμβολή στο δρόμο κλήσης ενός, αναλογικού τμήματος δύο καλωδίων και ενός TDM ή αναλογική συσκευή 4 καλωδίων.

Τρόποι για την μείωση του φαινομένου είναι ο καλός σχεδιασμός του δικτύου και η μείωση της καθυστέρησης.

Side Tone – Βοηθητική ηχώ

Όταν ακούμε τη φωνή μας στο ακουστικό του τηλεφώνου έχουμε την τάση να υποθέτουμε ότι και το άτομο με το οποίο συνομιλούμε μας ακούει. Όταν όμως δεν ακούμε τον ίδιο μας τον εαυτό υποθέτουμε ότι ούτε ο συνομιλητής μας, μας ακούει και ρωτάμε συνεχώς για επιβεβαίωση αν μας ακούει ή αν είναι ακόμα στην γραμμή. Αυτό συμβαίνει επειδή όταν δεν ακούμε τον εαυτό μας, υποθέτουμε ότι δεν μας ακούνε. Αυτή η βοηθητική ηχώ προκαλείται από μία αναλογική επιστροφή στο ακουστικό του τηλεφώνου μας και αναφέρονται σε αυτήν ως side-tone. Το τελευταία μοντέλα IP τηλεφώνων υποστηρίζουν το side-tone.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ψηφιακή Τηλεφωνία & Protocol and Standard

2.1 Ψηφιακή τηλεφωνία

Ψηφιακή τηλεφωνία είναι η χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας στην παροχή ψηφιακών τηλεφωνικών υπηρεσιών και συστημάτων. Από το 1960 ένα ψηφιακό δίκτυο πυρήνα έχει αντικαταστήσει εξ ολοκλήρου το παλαιό αναλογικό σύστημα, καθώς και μεγάλο μέρος του δικτύου πρόσβασης έχει επίσης ψηφιοποιηθεί.. Ψηφιακή τηλεφωνία εισήχθη για την παροχή υπηρεσιών φωνής σε χαμηλότερο κόστος, αλλά στη συνέχεια διαπιστώθηκε ότι έχουν μεγάλη αξία στις νέες υπηρεσίες δικτύου, όπως ISDN, που θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν ψηφιακές ευκολίες για να μεταφέρουν τα δεδομένα γρήγορα σε τηλεφωνικές γραμμές. ψηφιακές ευκολίες για να μεταφέρουν τα δεδομένα γρήγορα σε τηλεφωνικές γραμμές.

2.2 Τα 7 Επίπεδα (Κατα OSI)

- **Επίπεδο 1 (φυσικό): Μετάδοση bits**
- **Επίπεδο 2 (σύνδεση δεδομένων): Μετάδοση πακέτων μέσα από μια δεδομένη ζεύξη**
- **Επίπεδο 3 (δίκτυο) : Μετάδοση πακέτων από άκρο σε άκρο**
- **Επίπεδο 4 (διακίνηση): Παράδοση μηνυμάτων από άκρο σε άκρο**
- **Επίπεδο 5 (συνοδός): Εγκατάσταση και διαχείριση συνομιλίας από άκρο σε άκρο**
- **Επίπεδο 6 (παρουσίαση): Διαμόρφωση, κρυπτογράφηση και συμπίεση δεδομένων**
- **Επίπεδο 7 (εφαρμογές): Υπηρεσίες δικτύου (π.χ. ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και μεταφορά αρχείων)**

2.3 Class of Service (CoS)

CoS, ή Class of Service είναι συστήματα που δίνουν την απαραίτητη προτεραιότητα σε όσα δεδομένα κινούνται σε μία μόνο γραμμή δεδομένων. Ενώ το QoS αναφέρεται στο συνολικό δίκτυο, το CoS αναφέρεται μόνο σε μία σύνδεση. Έτσι ένα Switch Ethernet μπορεί να παρέχει CoS προτεραιότητα πακέτων προς / από σε ένα μόνο host, αλλά ένα group από routers μπορεί να συμμετέχουν σε μία πιο πολύπλοκη λύση QoS end to end.

Η βασική διαφορά είναι ότι το CoS αναφέρεται σε μία μόνο γραμμή ενώ το QoS σε όλο το μήκος της σύνδεσης.

Τα CoS συστήματα ορίζουν την συμπεριφορά ανά άλμα έτσι δεν μπορούν να εγγυηθούν το επίπεδο της ποιότητας σε σχέση με την χωρητικότητα ή την ταχύτητα σε όλο το μήκος της γραμμής. Αντ' αυτού κάνουν ότι καλύτερο μπορούν για να παραδώσουν τα πακέτα με προτεραιότητες που έχουν οριστεί ανά άλμα, από τον administrator. Τα CoS δουλεύουν πολύ καλά σε δίκτυα όπου τα πακέτα φωνής δεν ξεπερνούν το 30% της συνολικής κίνησης, τα οποία είναι και η πλειοψηφία των δικτύων σήμερα. Δεν είναι όμως αποτελεσματικά όταν η φωνή έχει το μεγαλύτερο μερίδιο στην κίνηση ή όταν οι συνδέσεις είναι αργές.

Δύο κύρια standard που υποστηρίζουν το CoS είναι το 802.1p/TOS και το DiffServ

2.4 802.1p και TOS

Το 802.1p χρησιμοποιεί ένα τμήμα 3bit από την επικεφαλίδα του Ethernet πακέτου για να ταξινομήσει κάθε πακέτο σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο προτεραιότητας στην τοπική σύνδεση. Κάθε επίπεδο προτεραιότητας καθορίζει την συμπεριφορά ανά άλμα. Type of Service (TOS) είναι το μέρος του IP πακέτου της επικεφαλίδας όπου αποθηκεύονται οι πληροφορίες προτεραιότητας. Πολλοί αναφέρονται στο TOS ως η προτεραιότητα στο IP.

Το 802.1p είναι ένα standard το οποίο χρησιμοποιείται για να ορίσει κλάσεις σε πακέτα και για να κάνει δυναμικό φιλτράρισμα όταν γίνεται multicast αποστολή. Βασικά, παρέχει ένα μηχανισμό για

εισαγωγή QoS σε επίπεδο MAC. Χρησιμοποιείται κυρίως με τα στάνταρ IEEE 802.1D και IEEE 802.1Q. Απ' την στιγμή που χρησιμοποιεί 3 bit για ταξινόμηση το 802.1p επιτρέπει μέχρι 8 επίπεδα προτεραιότητας. Τα ονόματα με τα οποία ονομάζονται οι κλάσεις μπορεί να είναι αυθαίρετα ανάλογα με το δίκτυο που βρίσκονται. Παρ' όλα αυτά υπάρχει μία λίστα με προτεινόμενα ονόματα γενικής χρήσης.

Number	Name
0	Routine
1	Priority
2	Immediate
3	Flash
4	Flash override
5	Critical
6	Internet
7	Network

Οι οχτώ ξεχωριστές κλάσεις καθορίζουν την συμπεριφορά ανά άλμα και ορίζονται από τον administrator. Έτσι σε αυτή την περίπτωση θα μπορούσαμε να καθορίσουμε τα δεδομένα της φωνής στο 5^ο επίπεδο. Με αυτόν τον τρόπο θα δίνουμε στα πακέτα φωνής την μεγαλύτερη προτεραιότητα. Κάθε server όμως στο δίκτυο θα πρέπει να υποστηρίζει τις ίδιες συμπεριφορές - προτεραιότητες ανά άλμα έτσι ώστε να δουλύνει σωστά το δίκτυο κατά μήκος.

Με τον ίδιο τρόπο λειτουργεί και το ToS (Type of service). Πρόκειται για ένα byte στην επικεφαλίδα ενός πακέτου IP το οποίο χρησιμοποιείται για την τοποθέτηση του πακέτου σε κάποια κλάση με ορισμένη προτεραιότητα.

2.5 DiffServ

Το DiffServ, καθορίζεται στο RFC2474 και είναι ένα CoS στάνταρ το οποίο χρησιμοποιεί τα ToS tags με ένα πιο ευέλικτο τρόπο απ' ότι το 802.1p. Ενώ το 802.1p τείνει να χρησιμοποιείται σε switched

Ethernet περιβάλλοντα, το DiffServ χρησιμοποιείται για να υποστηρίξει routed point-to-point WANs. Είναι σύντημηση των λέξεων Differentiated Services.

Όταν ένα πακέτο φτάσει στην άκρη ενός δικτύου, από ένα εξωτερικό δίκτυο, το DiffServ βάζει μία ετικέτα στο ToS header βάσει της προτεραιότητας που έχει καθοριστεί για το είδος του πακέτου αυτού. Απ' την στιγμή όμως που θα εισέλθει το πακέτο αυτό σε ένα WAN που είναι εξοπλισμένο με DiffServ, όλοι οι servers που ακολουθούν πρέπει να προωθήσουν το πακέτο με την συγκεκριμένη προτεραιότητα που δόθηκε από τον αρχικό server.

Έτσι λοιπόν, παρ' ότι το Diffserv θεωρείται ένα σύστημα CoS με συμπεριφορά ανά άλμα (*Per-Hop Behaviors* - PHBs), όπως το 802.1p, όλοι οι Diffserv routers στον πυρήνα του δικτύου πρέπει να συγκαταστήσουν την προτεραιότητα που αποφασίστηκε από την άκρη του δικτύου. Συνεπώς οι routers του πυρήνα δεν καθορίζουν ξανά την προτεραιότητα, αλλά απλώς προωθούν τα πακέτα ακριβώς όπως έχουν οριστεί στην πολιτική που καθιερώθηκε κατά την είσοδο του πακέτου στο δίκτυο.

Κατά κύριο λόγο λοιπόν Diffserv επεκτείνει την ιδέα το 802.1p έτσι ώστε οι πολιτικές προτεραιότητες να καθορίζονται στην άκρη του δικτύου, μία φορά και για όλο το δίκτυο παρά σε κάθε ξεχωριστό άλμα του δικτύου, μειώνοντας έτσι τον χρόνο που απαιτείται για την επεξεργασία του πακέτου. Αυτό όμως που κανένα από τα δύο δεν κάνει είναι να εξασφαλίσει ότι το δίκτυο δεν θα ξεπεράσει τα όρια του και αυτή είναι η διαφορά μεταξύ των CoS και του QoS.

2.6 Policy Servers

Common Open Policy Service, COPS, είναι ένας τρόπος αποθήκευσης και ανάκλησης πολιτικής στο δίκτυο. Το Diffserv μπορεί να χρησιμοποιήσει το COPS για να αποκτήσει τις οδηγίες για το πως να χειριστεί τα πακέτα που εισέρχεται στο δίκτυο. Στο COPS ένας κεντρικός server πολιτικής, έχει όλα τα αρχεία πολιτικής της κίνησης και της επιλογής προτεραιοτήτων τα οποία το Diffserv ή κάποιος άλλος μηχανισμός QoS/CoS μπορεί να ανασύρει. Το COPS δεν επιβάλλει την προτεραιότητα. Αυτό είναι δουλειά του Diffserv που τρέχει στους routers. Το COPS απλά παρέχει έναν τρόπο για να κρατάμε ένα κεντροποιημένο αρχείο της πολιτικής το οποίο μπορεί εύκολα να διανεμηθεί σε όλους τους servers του δικτύου.

DSCP classes

Diffserv Code Points (DSCP) είναι IP packet header τα οποία το Diffserv σχετίζει με διαφορετικά επίπεδα σημαντικότητας. Από τη στιγμή που το μήκος τους είναι 6bit τα DSCPs μπορούν να ορίσουν ένα μεγάλο εύρος κλίμακας πιθανών επιπέδων υπηρεσιών που ονομάζονται PHB κλάσεις.

Οι περισσότερες εφαρμογές υποστηρίζουν μέχρι 3bit με τα οποία αντικαθιστούν τα 3bit στο ToS του IP header. Τα άλλα 3bit χρησιμοποιούνται για να επεκτείνουν τα στάνταρ του Diffserv. Οι συμπεριφορές ανά άλμα του DSCP χωρίζονται σε 3 βασικές κατηγορίες.

- **AF, Assured Forwarding** : μερικές φορές χρησιμοποιείται για να μαρκάρει πακέτα σήματος όπως τα H.245/H.255 και SIP πακέτα.
- **EF : Expedited Forwarding** : η πλέον χρησιμοποιούμενη κλάση DSCP χρησιμοποιείται για να σημαδέψει πακέτα τα οποία μεταφέρουν φωνή.
- **BE, Best effort** : μία όχι και τόσο χρησιμοποιούμενη κλάση η οποία σημαδεύει πακέτα τα οποία δεν μεταφέρουν φωνή.

Όταν τα πακέτα φτάνουν στην άκρη του δικτύου, οι routers που είναι εξοπλισμένοι με Diffserv αποφασίζουν την κλάση με την οποία θα μαρκαριστεί το πακέτο. Υψηλής προτεραιότητας πακέτα μπαίνουν στις κλάσεις AF ή EF, ενώ χαμηλής προτεραιότητα στην BE ή δεν μαρκάρονται καν.

2.6.1 The Diffserv CoS Process

Το Diffserv ξεκινάει να δουλεύει κατά την έναρξη της κλήσης, όταν μία εφαρμογή πολυμέσων, RTP – Real Time Transport Protocol λαμβάνει χώρα. Καθώς ο ακριανός server χειρίζεται την έναρξη του RTP και ενώ ο καλών στέλνει το πρώτο πακέτο ήχου, γίνεται η κατηγοριοποίηση των πακέτων έτσι ώστε να καθοριστεί η προτεραιότητά τους.

Ο COPS server ενημερώνει τον ακριανό router ποιο από τα 3 DSCP classes θα πρέπει να έχει το κάθε πακέτο. Έτσι ο server θυμάται ένα κανόνα-policy, τον οποίο εφαρμόζει σε όλα τα επακόλουθα πακέτα του συγκεκριμένου RTP session. Με αυτόν τον τρόπο όλα τα πακέτα ενός είδους μαρκάρονται με την ίδια προτεραιότητα. Οι κλάσεις DSCP είναι συμβατές με παλαιότερες εκδόσεις κλάσεων TOS, οπότε

το Diffserv δεν αποκλείει την συνέχιση της χρήσης του 802.1p στο τοπικό δίκτυο. Καθώς το πακέτο προχωρά μέσα στο δίκτυο, έχει ήδη κατηγοριοποιηθεί και μαρκαριστεί, οπότε οι ενδιαμέσοι routers απαλλάσσονται από την διαδικασία να ψάχνουν συνεχώς για την πολιτική που ακολουθείται. Συγκεκριμένα η συμπεριφορά ανά άλμα θα είναι πάντα η ίδια με κάθε πακέτο που περνάει από τον έναν router στον άλλο.

Το Diffserv λοιπόν έχει ορισμένα πλεονεκτήματα.

- Μπορεί να τρέξει παράλληλα με άλλα QoS συστήματα συμπεριλαμβανομένου το 802.1p και το RSVP
- Είναι εύκολο να εγκατασταθεί σε ένα μικρό έως μεσαίο δίκτυο με routers.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί προαιρετικά μαζί με server πολιτικής όπως COPS.
- Τοποθετεί τις αποφάσεις για QoS στα άκρα του δικτύου, έχοντας έτσι μικρότερη πολυπλοκότητα και δεν επιβαρύνει τους κεντρικούς server με νέα επεξεργασία των πακέτων.
- Είναι συμβατό με IPv4 και IPv6.

Παρ' όλα τα πλεονεκτήματα του έρχεται με ένα αρκετά σοβαρό μειονέκτημα. Το πρόβλημα είναι προκύπτει όταν ένα πακέτο πρέπει να περάσει μέσα από 2 ή περισσότερα δίκτυα. Τότε είναι πολύ πιθανόν ένα πακέτο το οποίο για το ένα δίκτυο είναι μέγιστης προτεραιότητας, να είναι μέτριας για το δεύτερο δίκτυο. Συνεπώς οι διαχειριστές των δικτύων πρέπει να έχουν συνεννοηθεί από πριν για το ποιες προτεραιότητες θα δώσουν και που. Δεν υπάρχει λοιπόν κάποιο στάνταρ με το οποίο θα μπορούσαν να συμφωνήσουν οι administrators

2.7 Resource Reservation Protocol (RSVP)

Το πρωτόκολλο αυτό βοηθάει με το να παρέχει άλλο ένα μέτρο QoS στα δίκτυα. Μπορεί να δώσει προτεραιότητα στην κίνηση και να δώσει εγγύηση καθυστέρησης σε συγκεκριμένες IP διευθύνσεις. Παρέχει μηχανισμούς ή αιτήματα για κράτηση πόρων σε κάθε κόμβο κατά μήκος της διαδρομής των δεδομένων, ενώ κάνει διαχωρισμό ανάμεσα στον παραλήπτη και τον αποστολέα εννοώντας ότι τα αιτήματα μπορούν να σταλούν/εφαρμοστούν μόνο κατά μία κατεύθυνση. Λόγο αυτού του διαχωρισμού, αυτός που κάνει το αίτημα για QoS προς όλους τους κόμβους της διαδρομής που έχει κρατηθεί, είναι ο παραλήπτης. Παρ' όλο που το RSVP δεν είναι ένα routing πρωτόκολλο, έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να δουλεύει με άλλα routing πρωτόκολλα, είτε αυτά είναι unicast, είτε είναι

multicast. Εφόσον ο παραλήπτης είναι υπεύθυνος για να κάνει αιτήσεις RSVP, δίνεται η δυνατότητα να συνομιλήσουν πολλά άτομα με διαφορετικές δυνατότητες/απαιτήσεις.

2.8 Multi Protocol Label Switching (MPLS)

Το MPLS είναι ένα μοντέλο υβριδικής τεχνολογίας, το οποίο επιτρέπει την γρήγορη αποστολή-προώθηση στον πυρήνα του δικτύου και την αργή συμβατική δρομολόγηση στις άκρες του. Κάνει έναν συνδυασμό των καλύτερων στοιχείων των κυκλωμάτων switch του ATM και της δρομολόγησης του IP. Με την είσοδο ενός πακέτου σε ένα domain MPLS δίνεται μία ετικέτα. Το MPLS domain είναι συνήθως η ραχοκοκαλιά του δικτύου. Οι ετικέτες αυτές καθορίζουν και το QoS που αντιστοιχεί στο πακέτο αυτό. Στους ακριανούς δρομολογητές η ετικέτα αυτή αφαιρείται και τα πακέτα προωθούνται στον προορισμό τους με τον συμβατικό τρόπο.

Στο MPLS, τα πακέτα χαρτογραφούνται σε κλάσεις (Forwarding Equivalence Classes – FECs) μόνο κατά την είσοδό τους στους routers του πυρήνα, και η αντίστοιχη ετικέτα προσκολλάται σε αυτά. Η ετικέτα αυτή είναι καθορισμένου μήκους. Σε μεταγενέστερα άλματα που συμβαίνουν σε routers εντός του πυρήνα, η ετικέτα αυτή χρησιμοποιείται σαν δείκτης ώστε να καθοριστεί το επόμενο άλμα, όπως επίσης και η νέα τιμή της ετικέτας. Σε αντίθεση με την παραδοσιακή IP προώθηση, δεν γίνεται κάποια πολύπλοκη επεξεργασία στα header του πακέτου.

Framing

Το framing είναι η real-time επεξεργασία, όπου χωρίζεται ένα μεγάλο τμήμα πληροφοριών ψηφιακού ήχου σε μικρότερα, ίσου μεγέθους και εύκολα στο να χειριστούν κομμάτια, για αποστολή στο δίκτυο. Είναι ένα κρίσιμο κομμάτι της επεξεργασίας των πακέτων του ήχου, που ετοιμάζονται για αποστολή στο δίκτυο. Λόγω της real time επεξεργασίας εισάγεται μία καθυστέρηση στην διαδικασία της επικοινωνίας των χρηστών, επομένως ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η διαδικασία του framing πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν για την συνολική καθυστέρηση. Επίσης μεγάλη σημασία παίζει και το μέγεθος στο οποίο θα χωρίζεται κάθε frame, τόσο ως προς τον χρόνο αποστολής όσο και ως προς τις επιπτώσεις που θα έχει η απώλεια ενός frame στον ήχο που θα φτάσει στον ακροατή.

2.9 Packetization

Η δημιουργία ενός πακέτου έρχεται μετά το framing. Έχοντας πλέον χωρίσει τα δεδομένα που θέλουμε να στείλουμε, δημιουργούμε ένα πακέτο το οποίο τα περιέχει. Αυτό αποτελείται συνήθως από τρία μέρη. Το πρώτο είναι η επικεφαλίδα (header). Σε αυτή καταγράφονται διάφορα στοιχεία ανάλογα το είδος του πακέτου, όπως την διεύθυνση του αποστολέα και του παραλήπτη, το μέγεθος και το είδος του πακέτου, τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να χειριστεί και άλλα. Ακολουθεί το δεύτερο μέρος το οποίο είναι το ωφέλιμο φορτίο (payload), το οποίο περιέχει ένα κομμάτι από την πληροφορία που θέλουμε να στείλουμε. Τέλος, το τρίτο κομμάτι είναι η ουρά (trailer) το οποίο συνήθως περιέχει πληροφορίες για τον έλεγχο των λαθών που μπορεί να προκύψουν κατά την αποστολή.

Αξιόπιστη ή αναξιόπιστη αποστολή; Στο TCP/IP τα πακέτα τα οποία χρησιμοποιούνται κατά κόρον είναι τα TCP και τα UDP. Η διαφορά τους είναι ότι τα TCP θεωρούνται αξιόπιστα. Αυτό επιτυγχάνεται με τον μηχανισμό ελέγχου του TCP όπου αν ένα πακέτο δεν φτάσει στον προορισμό του ή έχει φτάσει αλλοιωμένο, ο παραλήπτης μπορεί να ζητήσει την επανεκπομπή του. Αντίθετα τα UDP πακέτα απλά αποστέλλονται και ελπίζουμε να φτάσουν στον προορισμό τους. Το είδος των πακέτων που θα χρησιμοποιήσουμε εξαρτάται αποκλειστικά από την εφαρμογή που χρησιμοποιούμε. Αν η εφαρμογή ανήκει σε κάποια τράπεζα που εκτελεί συναλλαγές εκατομμυρίων πρέπει να είναι σίγουρο ότι τα πακέτα θα φτάνουν στον προορισμό τους αναλλοίωτα. Αν η εφαρμογή που χρησιμοποιούμε είναι τηλεφωνία μέσω δικτύου ή ράδιο μέσω διαδικτύου δεν είναι απαραίτητο να ξέρουμε ότι όλα τα πακέτα έχουν φτάσει στον προορισμό τους.

Multiplexing

Το PSTN προσφέρει πολύ υψηλότερες χωρητικότητες από μία γραμμή POTS – 24 ταυτόχρονες κλήσεις ανά 2 ζευγάρια καλωδίου αντί για 1 ζευγάρι ανά κλήση. Η τεχνολογία αυτή ονομάζεται T1. Χρησιμοποιείται συχνά για να ενώσει συστήματα PBX. Η τεχνική η οποία μας επιτρέπει να έχουμε ταυτόχρονες κλήσεις σε ένα καλώδιο ονομάζεται πολύπλεξη. Ακόμα πιο πυκνή πολύπλεξη προσφέρουν άλλες τεχνολογίες όπως η DS3, η οποία υποστηρίζει μέχρι και 672 ξεχωριστά κανάλια και οι οπτικές ίνες που χρησιμοποιούνται συνήθως για να συνδέσουν switches.

Τα κυκλώματα αυτά όμως είναι πολύ ακριβά. Σε εφαρμογές φωνής τα κυκλώματα DS3 και πάνω χρησιμοποιούνται συνήθως σε τηλεφωνικά κέντρα ή ως συνδέσεις ανάμεσα σε PSTN και switches. Σε εφαρμογές δεδομένων συχνά χρησιμοποιούνται κυκλώματα DS3 και οπτικών ινών από ISPs και παροχείς εφαρμογών που απαιτούν πολύ υψηλές χωρητικότητες.

2.10 Συμπίεση – Compression

Το VoIP προσφέρει έναν πιο οικονομικό τρόπο για να συνδεθούν τα PBX μεταξύ τους. Αν γίνουν ταυτόχρονα 100 κλήσεις χρησιμοποιώντας PBX, τότε χρειάζονται σχεδόν 6mbps bandwidth. Δηλαδή, 5 γραμμές T1. Οι τεχνικές κωδικοποίησης του VoIP παρέχουν σημαντική συμπίεση του ήχου., έτσι ώστε να απαιτούνται και λιγότερες φυσικές γραμμές.

Είναι δυνατό να μειωθεί μία κλήση φωνής 64kbps στα 44kbps, χωρίς να παρατηρηθεί από τον ακροατή μείωση στην ποιότητα του ήχου. Με αυτόν τον τρόπο πλέον, για 100 ταυτόχρονες κλήσεις, χρειάζονται 4mbps bandwidth, δηλαδή 3 T1 γραμμές αντί για 5. Οι αλγόριθμοι VoIP που χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση του ήχου, και μερικές φορές για να μειώσουν τις απαιτήσεις σε bandwidth, ονομάζονται codecs. Πρέπει να υπάρχει μία ισορροπία ανάμεσα στο μέγεθος της κωδικοποίησης και στην ποιότητα του ήχου που αναπαράγεται.

Codecs

Οι codecs, συντόμευση των λέξεων coder/decoder, είναι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται για να μετατρέψουν multimedia δεδομένα σε πακέτα, έτσι ώστε να μπορούν να αποσταλούν μέσω δικτύου σε πραγματικό χρόνο. Υπάρχουν πάρα πολλοί codecs για ήχο και βίντεο, εμείς όμως θα ασχοληθούμε με codecs ήχου, αφού αυτοί χρησιμοποιούνται σε VoIP δίκτυα. Οι περισσότεροι codecs που χρησιμοποιούνται σε δίκτυα VoIP ορίζονται από την ITU-T στην οικογένεια G. (Transmission system and media). Λίγοι χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές υψηλής πιστότητας, όπως streaming μουσικής. Οι περισσότεροι όμως είναι κατάλληλοι για φωνή – συνομιλία.

Οι codecs για τον τηλεφωνικό ήχο χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Εκείνοι οι οποίοι βασίζονται στο pulse code modulation (PCM) και σε αυτούς που ανακατασκευάζουν την ψηφιακή πληροφορία του PCM σε πιο φορητό format. Έτσι τα 2 group των τηλεφωνικών codecs είναι οι PCM

codecs οι οποίοι βασίζονται σε 64kbps codecs, και στους vocodecs, οι οποίοι πάνε ένα βήμα παραπέρα από τους βασικούς PCM αλγόριθμους. Στον πίνακα που ακολουθεί βλέπουμε μερικές από τις βασικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την συμπίεση του ήχου.

Codec Compression Method
PCM = Pulse Code Modulation
ADPCM = Adaptive Differential Pulse Code Modulation
LDCELP = Low-Delay Code Excited Linear Prediction
CS-ACLEP = Conjugate-Structure Algebraic-Code-Excited Linear-Prediction
MP-MLQ = Multi-Pulse, Multi-Level Quantization
ACELP = Algebraic Code Excited Linear Prediction

2.10.1) G.711

Είναι ένας 64kbps encoding/decoding αλγόριθμος που χρησιμοποιεί απευθείας 8bit PCM ψηφιοποίηση – digitization – για 8kHz γραμμικού ήχου μονοφωνικού σήματος. Με απλά λόγια είναι το σήμα στο τηλέφωνό μας. Το G.711 είναι το λιγότερο απαιτητικό σε ότι αφορά την επεξεργαστική ισχύ και είναι η κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται στα περισσότερα ψηφιακά τηλεφωνικά κυκλώματα. Δεν δέχεται όμως καμία συμπίεση.

2.10.2) G.721, G.723, G.726, G.728, G.729 και G.729A

Αυτοί οι codecs παρέχουν μία σημαντικά οικονομικότερη χρήση του δικτύου επιτρέποντας αναπαραγωγή υψηλής ποιότητας ήχου με ρυθμό bit – bitrate από 8 έως 32kbps. Αντίθετα με το G.711 αυτό το group χρησιμοποιεί αλγόριθμους ADPCM ή CELP για να μειώσει τις απαιτήσεις σε bandwidth.

2.10.3) G.722

Αυτός ο codec ονομάζεται ευρείας μάντας codec επειδή χρησιμοποιεί διπλάσιο εύρος δειγματοληψίας 16kHz αντί για 8. Το αποτέλεσμα είναι πολύ καλύτερης ποιότητας ήχος από τους άλλους codec VoIP. Πέρα από αυτό όμως είναι ίδιος με τον G.711.

2.10.4) iLBC

Ο internet Low Bitrate codec ο οποίος είναι δωρεάν. Προσφέρει παρόμοια κατανάλωση bandwidth και κατανάλωση επεξεργαστικής ισχύς με τον G.729A, έχει όμως καλύτερη ανεκτικότητα στην απώλεια πακέτων, τα οποία μπορούν να οριστούν σε μεγέθη των 20 ή 30ms. Εκτός από εφαρμογές VoIP μπορεί να χρησιμοποιηθεί για streaming audio (e-radio) και αποστολή μηνυμάτων. Είναι ένας από τους codec που χρησιμοποιούνται αρκετά από το Google Talk και το Skype.

2.10.5) Speex

Ο codec speex υποστηρίζει δειγματοληψία από 8 έως 32kHz και μεταβλητό ρυθμό αποστολής πακέτων. Επιτρέπει την αλλαγή του bitrate κατά την διάρκεια της κλήσης χωρίς να απαιτείται νέα κλήση. Μπορεί να φανεί χρήσιμο όταν υπάρχουν περίοδοι μεγάλης κίνησης στο δίκτυο, αλλά είναι απίθανο να συμβεί κάτι τέτοιο σε εταιρικά δίκτυα που έχουν μέτρα QoS και είναι πιο αξιόπιστα από το internet. Είναι δωρεάν ενώ υποστηρίζεται από πρόσθετες εφαρμογές ανοιχτού κώδικα.

Κάθε codec έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Το G.711 δουλεύει πολύ καλά σε γραμμές δεδομένων όπου υπάρχει πολύ bandwidth και μικρή καθυστέρηση, ενώ επίσης είναι ανεκτικό σε λάθη. Παρ' όλ' αυτά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε γραμμές 56kbps. Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν codec με συμπίεση, οι οποίοι όμως μειώνουν την ποιότητα του ήχου. Πολλοί από τους παραπάνω codec είναι ανοιχτού κώδικα και ο καθένας μπορεί να τους χρησιμοποιήσει για προσωπική του χρήση, ή να τους βελτιώσει αν έχει τις γνώσεις. Υπάρχουν όμως και ιδιωτικοί codec οι οποίοι χρησιμοποιούνται αφού πρώτα τους αγοράσει κανείς και προσφέρουν αρκετές φορές καλύτερης ποιότητας ήχο και μικρή κατανάλωση bandwidth.

2.11 Codec packet rate.

Εκτός από τα bit που αντιπροσωπεύουν τα δεδομένα, όλα τα πακέτα δεδομένων μεταφέρουν bit για δρομολόγηση και μερικές φορές για έλεγχο λαθών. Αυτά τα bit επικεφαλίδας – overhead bit – δεν έχουν κάποια άμεση χρηστικότητα στις εφαρμογές φωνής εκτός από το να επιτρέπουν την λειτουργία στα χαμηλότερα επίπεδα OSI. Επικεφαλίδες όπως οι Ethernet headers, IP routing headers και άλλες, περιέχουν πληροφορίες απαραίτητες για την αποστολή του πακέτου.

Όταν το πακέτο μεταφέρει φωνή με μεγάλη διάρκεια, τότε τα headers δεν εκπέμπονται τόσο συχνά, επειδή λιγότερα πακέτα χρειάζονται για να σταλθεί ο ίδιος ήχος. Το αποτέλεσμα από αυτή την μείωση των header είναι ότι η εφαρμογή χρησιμοποιεί πιο αποτελεσματικά το δίκτυο. Ο πιο απλός τρόπος για να μειώσουμε τα headers σε ένα δίκτυο είναι να μειώσουμε τον αριθμό των πακέτων ανά δευτερόλεπτο (package per second – pps) που χρησιμοποιούνται για να στείλουν τον ήχο.

Κάτι τέτοιο όμως θα αυξήσει την επίπτωση των λαθών του δικτύου στην κλήση. Πρέπει να υπάρχει μία ισορροπία ανάμεσα στο τι ποσοστό είναι αποδεκτό για overhead και τι ποσοστό απωλειών είναι αποδεκτό. Εδώ είναι που μπορεί η ποικιλία των codecs να βοηθήσει. Διαφορετικοί codecs έχουν διαφορετικό αριθμό πακέτων ανα δευτερόλεπτο άρα και διαφορετική αναλογία overhead, πράγμα το οποίο δίνει στους δημιουργούς VoIP συστημάτων έναν τρόπο ώστε να ρυθμίσουν όσο γίνεται καλύτερα το δίκτυο.

Το packet rate είναι ο αριθμός των πακέτων που απαιτούνται ανά δευτερόλεπτο για την αποστολή του ήχου. Διαφορετικοί codecs χρησιμοποιούν διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης. Το κενό χρόνου, ανάμεσα σε 2 σταλμένα πακέτα, ονομάζεται packet interval και εκφράζεται αντιστρόφως ανάλογα με το packet rate. Όσο μικρότερο το packet interval τόσο περισσότερα πακέτα απαιτούνται ανά δευτερόλεπτο. Ορισμένοι codecs, ειδικά αυτοί που χρησιμοποιούν πιο προηγμένους αλγόριθμους CELP, απαιτούν μεγαλύτερη διάρκεια ήχου (30ms αντί για 20ms) για να κωδικοποιήσουν αποκωδικοποιήσουν τον ήχο. Το packet interval έχει πιο φανερή επίδραση στα overhead. Όσο μικρότερο είναι τόσο περισσότερα overhead χρειάζονται για την αποστολή του ήχου. Ενώ όσο μεγαλύτερο είναι τόσο λιγότερα overhead χρειάζονται.

Αλλά όσο μεγαλώνει το packet interval τόσο αυξάνει και το lag. Όσο μεγαλύτερο είναι το διάστημα, τόσο μεγαλύτερη καθυστέρηση θα υπάρχει ανάμεσα στον χρόνο που θα ειπωθεί ο ήχος και στον χρόνο που θα κωδικοποιηθεί, αποσταλεί αποκωδικοποιηθεί και παιχτεί στον ακροατή. Όπως ένα πακέτο IP δεν στέλνεται μέχρι να δομηθεί πλήρως, έτσι και ένα frame ήχου δεν μπορεί να σταλεί στο δίκτυο μέχρι να κωδικοποιηθεί πλήρως. Ένα frame ήχου 30ms χρειάζεται κατά 1/3 περισσότερο χρόνο από ένα frame 20ms, και προκαλεί καθυστέρηση κατά 10ms περισσότερο στο VoIP.

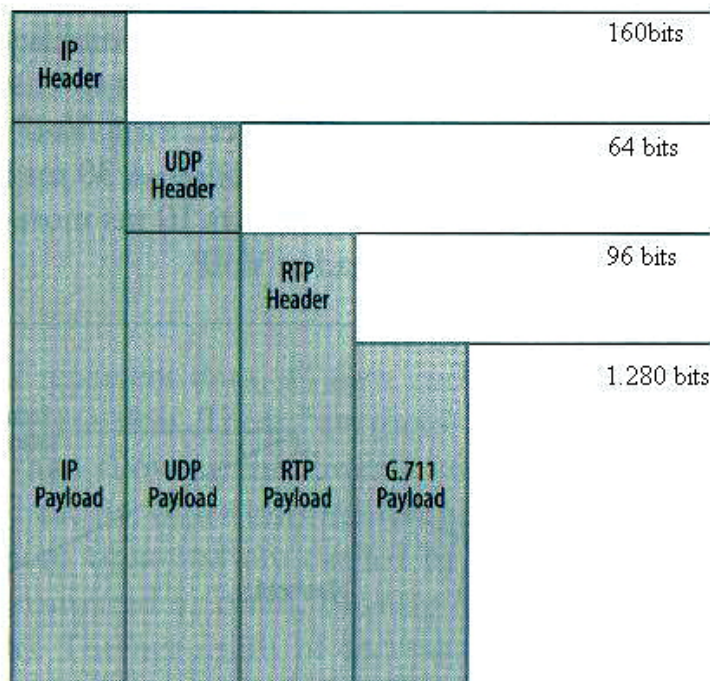
Το μεγάλο packet interval έχει και ένα άλλο μειονέκτημα. Όσο μεγαλύτερη η διάρκεια του ήχου που μεταφέρεται από ένα πακέτο τόσο μεγαλύτερη είναι και η πιθανότητα να καταλάβει ο ακροατής κάποια παραμόρφωση στον ήχο αν ένα πακέτο χαθεί λόγω συμφόρησης του δικτύου ή λάθους. Το να χαθεί ένα πακέτο που μεταφέρει 20ms ήχου είναι σχεδόν μη αντιληπτό με τον codec G.711. Το να

χαθεί όμως ένα πακέτο που μεταφέρει 60ms είναι κάτι το οποίο δεν περνά απαρατήρητο. Από την στιγμή που τα VoIP πακέτα μεταφέρονται με τον μη αξιόπιστο τρόπο UDP τα χαμένα πακέτα δεν γίνεται να αποσταλούν ξανά. Ακόμα και αν χρησιμοποιούνταν πακέτα TCP αντί για UDP, η αναγνώριση λαθών και η επανεκπομπή θα έπαιρναν τόσο πολύ χρόνο που ακόμα και αν γινόταν επανεκπομπή, όταν τα πακέτα έφταναν στον ακροατή θα ήταν απελπιστικά εκτός σειράς.

Ας υποθέσουμε ότι απαιτούνται 8.000 δείγματα ανά δευτερόλεπτο για ένα βασικό σήμα φωνής με 8bit ανά δείγμα. Υποθέτοντας ότι έχουμε πακέτα των 20ms (1/50 του δευτερολέπτου), χρειαζόμαστε το λιγότερο 1,280bit δεδομένων κωδικοποιημένα με G.711 σε κάθε πακέτο για να μεταφερθεί ολόκληρος ο ήχος.

$$64.000 \text{ bit per second} / 50 = 1.280 \text{ bit per packet.}$$

Μαθηματικά αυξάνοντας τον ήχο σε κάθε πακέτο μειώνονται τα συνολικά overhead. Η εικόνα δείχνει ένα απλοποιημένο πακέτο VoIP το οποίο μεταφέρει 20ms G.711 data.



Ακολουθώντας το προηγούμενο παράδειγμα και αυξάνοντας τα πακέτα στα 30ms (1/33 του δευτερολέπτου) έχουμε σαν αποτέλεσμα την μείωση των πακέτων που απαιτούνται ανά δευτερόλεπτο,

αυξάνοντας τον αριθμό των bit και μειώνοντας τον αριθμό των overhead που απαιτούνται για την αποστολή του ήχου.

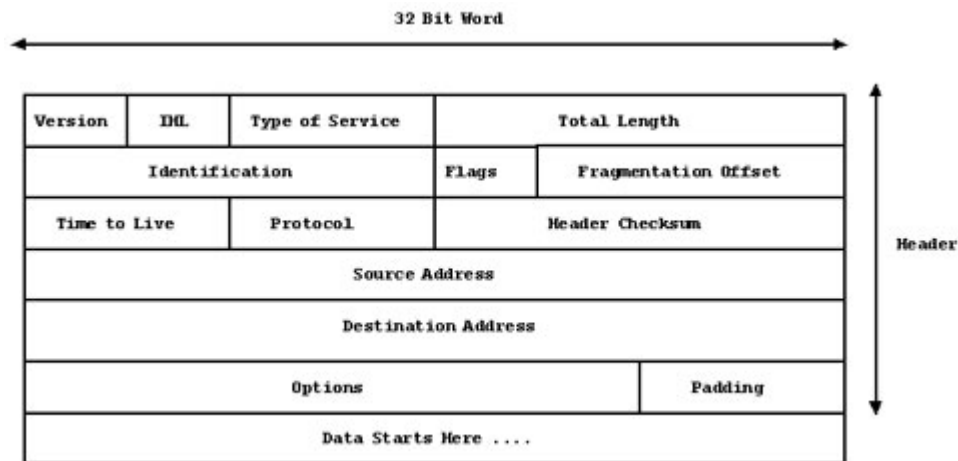
$64.000 \text{ bits per second} / 33 = 1940 \text{ bits per packet.}$

Γενικά για κλήσεις στα δίκτυα Ethernet, συνίσταται η χρήση G.711 με πακέτα των 20ms, επειδή οι γραμμές δεδομένων 100Mbps μπορούν να υποστηρίξουν εκατοντάδες ταυτόχρονα εκτελούμενες κλήσεις χωρίς συμφόρηση, ενώ η απώλεια ενός πακέτου 20ms δεν γίνεται αντιληπτή. Για κλήσεις σε δίκτυα με μικρό bandwidth, εξαρτάται από τον administrator να ισορροπήσει ανάμεσα σε καθυστέρηση, πιθανή μείωση της ποιότητας του ήχου από την χρήση συμπίεσης και την συμφόρηση του δικτύου.

2.12 Δομή πακέτου VoIP.

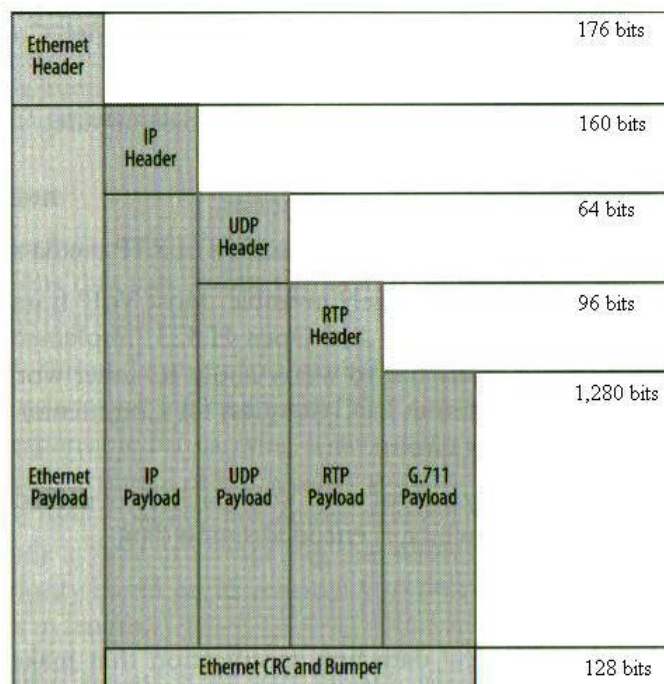
Η δομή ενός πακέτου VoIP σε επίπεδο layer είναι παρόμοια με κάθε άλλης δικτυακής εφαρμογής που τρέχει σε TCP/IP πρωτόκολλο. Τα χαμηλότερα επίπεδα εσωκλείουν και τα υψηλότερα ανακτούν. Το header στο IP πακέτο περιέχει πληροφορίες για την δρομολόγηση του πακέτου έτσι ώστε να μπορούν οι συσκευές που είναι υπεύθυνες για την προώθηση του πακέτου στο δίκτυο να το χειριστούν σωστά. Επίσης περιέχει flag που υποδεικνύουν πιο πρωτόκολλο από το TCP/IP μεταφέρει, TCP, UDP ή κάτι άλλο. Τα πακέτα φωνής σχεδόν αποκλειστικά χρησιμοποιούν UDP. Επίσης ένα header IP μπορεί να περιέχει flag ToS (Type of Service) που επιτρέπει στους routers και τα switches να χειριστούν τα πακέτα με συγκεκριμένη προτεραιότητα. Στο ελάχιστο το μήκος του header σε ένα IP πακέτο είναι 160bits.

Το ωφέλιμο φορτίο στο IP πακέτο είναι το UDP πακέτο το οποίο έχει μήκος 64bits. Τα πρώτα 32 περιέχουν τα port του αποστολέα και του αποδέκτη του UDP που μεταφέρει, μαζί με 8 προαιρετικά bit για έλεγχο λαθών και 8bit που περιγράφουν το μήκος του ωφέλιμου φορτίου σε πολλαπλάσια των 8 bit. Το ωφέλιμο φορτίο του πακέτου UDP είναι το πακέτο RTP το οποίο έχει μήκος 96bit. Παρέχει πληροφορίες για την ακολουθία των πακέτων και τον χρονισμό τους μέσα στην γενικότερη ροή δεδομένων.



2.13 Ethernet

Το Ethernet είναι ο ορισμός μιας φυσικής και λογικής σύνδεσης που παρέχει πρόβλεψη για διόρθωση λαθών μεταξύ συσκευών που συνδέονται τοπικά σε ένα δίκτυο. Τα πακέτα Ethernet, τα οποία λέγονται και frames, είναι τυπικά λίγο μικρότερα από 1500 bytes ή περίπου 12000bits. Αντιθέτως τα πακέτα VoIP είναι σπάνια μεγαλύτερα από 250bytes ή 2000bits. Όπως το RTP, το UDP και το IP, έτσι και το Ethernet προσθέτει όγκο σε κάθε πακέτο. Το overhead του Ethernet είναι 176bits, ενώ το CRC είναι 128bits. Το CRC προστίθεται στο τέλος του πακέτου και παρέχει ένα μηχανισμό ελέγχου λαθών. Η Επόμενη εικόνα δείχνει ένα Ethernet VoIP frame.



Το συνολικό μέγεθος ενός G.711 Ethernet VoIP πακέτου είναι 1904bits. Σε ένα στάνταρ πακέτο 20ms και με 50rps, μία κλήση κωδικοποιημένη με απλό PCM και με ρυθμό 64kbps δημιουργεί μία σχετικά καλή, σε αναλογία με το φορτίο φωνής, ποσότητα overhead. Συγκεκριμένα 15,2kbps από τα Ethernet overhead και 16kbps συνδυασμένου overhead RTP, UDP και IP. Αν προσθέσουμε στο ωφέλιμο φορτίο φωνής όλα τα overhead βλέπουμε ότι ένα κανάλι φωνής Ethernet που χρησιμοποιεί G.711 codec απαιτεί bandwidth 95,2kbps. Ενώ ένα κανάλι φωνής G.729A απαιτεί 8kbps bandwidth, τα συνολικά overhead προσθέτουν 31,2kbps, ορίζοντας το συνολικό απαιτούμενο bandwidth στα 39,2kbps για μία κλήση με codec G.729A. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει το συνολικό bandwidth που καταναλώνουν μερικοί από τους πιο δημοφιλείς codec.

Codec	Encoded sound bandwidth	Ethernet overhead bandwidth	Total bandwidth
G.711	64 kbps	31,2 kbps	95,2 kbps
G.726	32 kbps	31,2 kbps	63,2 kbps
G.728	16 kbps	31,2 kbps	78,4 kbps
G.729A	8 kbps	31,2 kbps	39,2 kbps
GSM	13 kbps	31,2kbps	44,2 kbps

Το Ethernet δεν είναι το μόνο κατάλληλο data link για μεταφορά VoIP πακέτων. Τα κυκλώματα ATM, Frame-Relay και point to point καθώς και άλλες τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ενώ το καθένα εισάγει δικούς του παράγοντες σε ότι αφορά τα overhead.

2.14 Decoding και Playback

Όταν ένα VoIP πακέτο παραλαμβάνεται, αποκωδικοποιείται σύμφωνα με τον codec που εφαρμόστηκε για την κωδικοποίηση του. Μόλις αποκωδικοποιηθεί, αναπαράγεται ο ήχος στο αναλογικό ακουστικό καθώς γίνεται η μετατροπή από ψηφιακό σε αναλογικό σήμα. Γενικά η αποκωδικοποίηση απαιτεί τόση υπολογιστική ισχύ όση και η κωδικοποίηση, ανάλογα πάντα με τον codec που έχει εφαρμοστεί. Τα περισσότερα IP τηλέφωνα και ATAs υποστηρίζουν ορισμένους codec μόνο. Όλα υποστηρίζουν το G.711 και μία μεγάλη πλειοψηφία υποστηρίζει και το G.729A. Αυτοί οι δύο codecs είναι οι πλέον δημοφιλείς.

2.14.1 Transcoding – Μετακωδικοποίηση

Όταν στην πορεία μια κλήσης απαιτείται η χρήση πάνω από ενός codec, τότε το softPBX ή μία άλλη ειδική συσκευή server ονομαζόμενη gateway, πρέπει να μετατρέψει σε πραγματικό χρόνο τους codecs που χρησιμοποιούν τα δύο άκρα. Μερικά μέσα σύνδεσης δεν παρέχουν αρκετό bandwidth για να λειτουργήσει σωστά το G.711 από άκρη σε άκρη. Ένα κύκλωμα 64kbps δεν μπορεί να μεταφέρει σωστά μία κλήση G.711 επειδή όπως είδαμε απαιτεί περίπου 92kbps. Συνεπώς codecs οι οποίοι μεταβάλουν το απαιτούμενο bandwidth είναι χρήσιμοι. Όμως δεν υποστηρίζουν όλα τα endpoint κάθε codec. Το transcoding είναι λοιπόν μία λύση.

Παρ' όλ' αυτά επειδή είναι μία εργασία που απαιτεί υπολογιστική ισχύ, είναι καλή ιδέα να ελαχιστοποιούνται οι codecs που υποστηρίζονται ως standar από το δίκτυο. Όσοι προωθούν εμπορικά το VoIP προτείνουν το G.711 για τοπικές κλήσεις μέσω Ethernet και το G.729A για συνδέσεις WAN με μικρό bandwidth. Το softPBX, όταν μεσολαβήσει σε μία κλήση, θα διαπραγματευτεί με τα endpoint για τους κατάλληλους codecs και μετά αν είναι απαραίτητο θα εφαρμόσει το transcoding.

2.15 Call paths

Παρ' όλο που το softPBX είναι μία κεντρική μονάδα διαχείρισης κλήσεων και στοιχείο του signaling στο VoIP δίκτυο, δεν μπαίνει πάντα στο ενδιάμεσο μιας κλήσης. Ένας στόχος του SIP και άλλων πρωτοκόλλων signaling είναι να επιτρέπουν στα endpoint να ανακαλύπτουν τι codecs υποστηρίζουν έτσι ώστε όταν ξεκινήσει η κλήση να χρησιμοποιούν τον ίδιο.

Ένας άλλος στόχος του SIP είναι να επιτρέπει πολλαπλούς δρόμους μέσα στο δίκτυο, βασισμένο στις δυνατότητες του κάθε endpoint και τις επιλογές του administrator. Οι δρόμοι αυτοί ονομάζονται δρόμοι κλήσης. Για παράδειγμα ένα IP phone μπορεί να κάνει μία κλήση διαμέσου του softPBX και το softPBX μπορεί να λειτουργήσει ως proxy για τα ηχητικά σήματα λαμβάνοντας τα από αυτόν που κάνει την κλήση και προωθώντας τα μερικά ms αργότερα στον καλούμενο. Σε αυτή την περίπτωση, το softPBX πιθανόν να κάνει ή να μην κάνει transcoding, είναι όμως μέρος του call path.

Όμως ένα IP phone όταν κάνει μία κλήση δεν είναι απαραίτητο να περνάει πάντα μέσα από το softPBX. Στην πραγματικότητα, στις περισσότερες εμπορικές εφαρμογές VoIP, οι προσθήκες softPBX δεν είναι η προτεινόμενη μέθοδος. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα ενός ανεξάρτητου call path

είναι ότι υπάρχει μικρότερος φόρτος για επεξεργασία στο softPBX. Ένα μειονέκτημα όμως είναι ότι είναι αδύνατον να τρέξεις κεντροποιημένες εφαρμογές οι οποίες χειρίζονται τον ήχο στην κλήση, όπως ας πούμε μία εφαρμογή καταγραφής της κλήσης.

Όταν εφαρμόζεται transcoding η κλήση περνάει πάντα μέσα από το softPBX ή κάποιο άλλο gateway που έχει τους απαραίτητους codecs. Το transcoding χρησιμοποιείται μόνο όταν ένα μέσο, διαφορετικό από το Ethernet χρησιμοποιείται για την σύνδεση και όταν ένας codec διαφορετικός από τον G.711 χρησιμοποιείται για εκείνο το μέρος του call path.

Επομένως η επιλογή του call path κρίνεται από ορισμένες παραμέτρους.

- Υποστηρίζουν τους ίδιους codecs τα endpoint που εμπλέκονται στην κλήση; Αν ναι τότε υποδεικνύεται ένα ανεξάρτητο call path. Αν όχι τότε επιλέγεται το softPBX επειδή απαιτείται transcoding.
- Ο κοινός codec που χρησιμοποιείται υποστηρίζεται σε όλο του μήκος του data link από πλευράς bandwidth; Αν ναι μπορούμε να έχουμε ανεξάρτητο call path. Αλλιώς απαιτείται το softPBX επειδή θα χρειαστεί και πάλι να γίνει transcoding.
- Υπάρχει κεντρική εφαρμογή όπως ηχογράφηση κλήσης ή server συνδιάσκεψης; Αν ναι τότε επιλέγεται το softPBX, αλλιώς μπορούμε να έχουμε ανεξάρτητο call path.
- Υπάρχει εφαρμογή firewall μεταξύ των συνομιλητών; Αν ναι τότε καταλήγουμε στο softPBX το οποίο μπορεί να παρακάμψει το firewall σύμφωνα με τις οδηγίες του administrator. Αν όχι μπορούμε να έχουμε ανεξάρτητα call path.

Οι παροχείς εμπορικών εφαρμογών υποστηρίζουν την αυτόματη επιλογή των call path σε διαφορετικούς βαθμούς. Ορισμένοι δεν υποστηρίζουν call path μέσω softPBX καθόλου, εκτός και αν η δουλειά του είναι να υποστηρίξει εφαρμογές συνδιάσκεψης και όχι απαραίτητα transcoding. Άλλοι υποστηρίζουν αυτόματη διαπραγμάτευση κατά την διάρκεια του setup signaling της κλήσης.

2.16 Διασύνδεση – Interoperability

Σε ένα περιβάλλον δημόσιων δικτύων, προκειμένου προϊόντα από διαφορετικούς κατασκευαστές να μπορούν να συνδέονται και να επικοινωνούν μεταξύ τους, πρέπει να συμμορφώνονται με ορισμένα standards. Τα standards ορίζονται από οργανισμούς όπως ο ITU-T και ο IETF. Αυτή την στιγμή το H.323 από τον ITU-T είναι μακράν το πιο δημοφιλές standard. Όμως, το SIP/MGCP standard από τον IETF αναπτύσσεται ραγδαία και κερδίζει μεγάλη αποδοχή κυρίως λόγω της ελαφρότητας του και της εύκολης προσαρμοστικότητας που παρέχει.

2.17 Quality of Service (QoS)

Η ποιότητα της υπηρεσίας είναι ένα πολύ σημαντικό θέμα για την επιτυχία του VoIP. Τα IP δίκτυα δεν φτιάχτηκαν για να μεταφέρουν φωνή, αλλά δεδομένα καταβάλλοντας την καλύτερη προσπάθεια που μπορούν ώστε αυτά να φτάσουν στον προορισμό τους. Κάτι τέτοιο όμως δεν αρκεί για την τηλεφωνία και γενικά για τις Real Time εφαρμογές. Γι' αυτό είναι απαραίτητα τα QoS. Συχνά οι τεχνολογίες QoS δεν είναι εύκολα κατανοητές από τους ανθρώπους που χρησιμοποιούν την παραδοσιακή τηλεφωνία. Θα δούμε λοιπόν παρακάτω την έννοια του QoS και τα πρωτόκολλα, τα προβλήματα που λύνουν, και τις πολυπλοκότητες που εισάγουν.

Στην παραδοσιακή τηλεφωνία, η ποιότητα των υπηρεσιών για κάθε κλήση είναι εγγυημένη από τη συνεχή διαθεσιμότητα του αφοσιωμένου bandwidth. Κάθε φορά που μία σύνδεση πραγματοποιείται στο δίκτυο το bandwidth που δίνεται είναι σταθερό και αμετάβλητο. Τα περισσότερα ψηφιακά κέντρα PSTN χρησιμοποιούν την ίδια κωδικοποίηση G.711 οπότε δεν χρειάζεται και μετακωδικοποίηση. Επίσης από τη στιγμή που το PSTN είναι σύστημα που δεν βασίζεται σε πακέτα, είναι πολύ σπάνιο φαινόμενο να έχουμε συμφόρηση, ενώ σχεδόν ποτέ δεν υπάρχει μείωση στην ποιότητα της κλήσης σαν αποτέλεσμα της συμφόρησης.

Ως ένα circuit-switched network, το PSTN προσφέρει QoS με το να μην έχει σχεδόν καθόλου καθυστέρηση ή συμφόρηση. Η επιλογή της μείωσης της ποιότητας κλήσης προκειμένου να αυξηθεί η χωρητικότητα δεν υφίσταται στο PSTN.

Αν το PSTN και το SS7 δεν μπορούν να εξασφαλίσουν το απαιτούμενο bandwidth για την κλήση, δεν γίνεται σύνδεση και ο χρήστης απλά ακούει τον ήχο του κατειλημμένου. Οι σχεδιαστές του PSTN πίστευαν ότι η αδυναμία σύνδεσης θα ήταν προτιμότερη στους χρήστες από την πτώση στην ποιότητα του ήχου κατά την διάρκεια μιας κλήσης.

Τα δίκτυα δεδομένων δουλεύουν εντελώς διαφορετικά. Όταν το διαθέσιμο bandwidth πέφτει, καθώς όλο και περισσότερα πακέτα στέλνονται στο δίκτυο, οι συνδέσεις γίνονται πιο αργές. Μέχρι ένα συγκεκριμένο σημείο, ο χρήστης μπορεί να συμβιβαστεί με την μείωση του διαθέσιμου bandwidth καθώς μπορεί ακόμα να στέλνει και να λαμβάνει δεδομένα. Ο ρυθμός μετάδοσης απλά μειώνεται. Κάποιες εφαρμογές είναι ανεκτικότερες από άλλες σε θέματα συμφόρησης και χαμηλής ταχύτητας. Όσο πιο ανεκτική είναι μία εφαρμογή, τόσο υψηλότερο error budget λέγεται ότι έχει. Η μείωση της μετάδοσης – latency - καθυστέρηση είναι ο εχθρός του VoIP και ο κύριος λόγος για την αποτυχία εφαρμογής του. Εκτός από την προσεκτική σχεδίαση του δικτύου και της πρόβλεψης του bandwidth, οι οποίοι είναι παράγοντες για το χτίσιμο κάθε IP δικτύου, υπάρχει και ένας ορθολογικός τρόπος λύσης του προβλήματος της καθυστέρησης, ο οποίος δίνει – εγγυάται το απαιτούμενο bandwidth και δίνει προτεραιότητα στις real time εφαρμογές, έναντι άλλων.

Η λύση έρχεται από τα πρωτόκολλα QoS και τα standard 802.1p, 802.1q, VLAN, Diffserv, RSVP, MPLS. Ιστορικά η ποιότητα του ήχου τηλεφωνικών κλήσεων μετριόταν χρησιμοποιώντας την γνώμη (Mean Opinion Score) –MOS- μιας ομάδας ακροατών. Εκείνοι άκουγαν δείγματα ήχου από κλήσεις με διαφορετικές ποιότητες και κάτω από διαφορετικές ρυθμίσεις δικτύου και βαθμολογούσαν το κάθε δείγμα. Οι συνθήκες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αλλαγή της ποιότητας του ήχου είναι η επιλογή κωδικοποίησης, συνδυασμοί μετακωδικοποίησης, μέγεθος πακέτων, και απώλεια πακέτων.

Χρησιμοποιώντας την τεχνική MOS οι ερευνητές αποφάσισαν ότι με τη μέθοδο συμπίεσης G.711 είχαν την μεγαλύτερη επιτυχία. Η κλίμακα MOS μπορεί να βοηθήσει κάποιον που στήνει ένα δίκτυο VoIP. Ειδικά αν αυτό στήνεται σε μία μεγάλη εταιρία, προτού αντικατασταθεί πλήρως το παλιό τηλεφωνικό σύστημα με ένα σύστημα VoIP ο σχεδιαστής του θα πρέπει να λάβει υπόψιν του τη γνώμη των χρηστών για την ποιότητα του ήχου.

Στον πίνακα που ακολουθεί βλέπουμε την βαθμολογία που συγκέντρωσαν ορισμένοι codec.

Compression Method	Bit Rate (kbps)	MOS Score	Compression Delay (ms)
G.711 PCM	64	4.1	0.75
G.726 ADPCM	32	3.85	1
G.728 LD-CELP	16	3.61	3 έως 5
G.729 CS-ACELP	8	3.92	10
G.729 x 2 Encodings	8	3.27	10
G.729 x 3 Encodings	8	2.68	10
G.729a CS-ACELP	8	3.7	10
G.723.1 MP-MLQ	6.3	3.9	30
G.723.1 ACELP	5.3	3.65	30

Με αυτόν τον τρόπο, το MOS, λειτουργεί σαν ένα βοήθημα – οδηγός για την επιλογή των standards και του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί. Από τον πίνακα βλέπουμε ότι όσο αυξάνεται η συμπίεση σε codecs με χαμηλό Bit rate, τόσο πέφτει και η ικανοποίηση του κοινού από το αποτέλεσμα στην ομιλία. Όταν λοιπόν επιλεγεί ένας ή παραπάνω codec για χρήση πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη τα αποτελέσματα του MOS.

2.18 Qos, Bandwidth και επάρκεια Bandwidth

Το QoS είναι μία ιδέα σχεδίασης του δικτύου και ένα σύνολο από στάνταρ για κράτηση και μοίρασμα του bandwidth στο δίκτυο. Η ιδέα του QoS έχει να κάνει με τις βασικές αιτίες μείωσης της ποιότητας, όπως είναι η απώλεια πακέτων, η καθυστέρηση και η εξάλειψη των προβλημάτων.

Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να παρέχεται αρκετό bandwidth και κατάλληλη φυσική και γεωγραφική οργάνωση της κίνησης του δικτύου. Οι περισσότεροι σχεδιαστές-μηχανικοί δικτύων όταν έρχονται αντιμέτωποι με φαινόμενα συμφόρησης, ενστικτωδώς ψάχνουν τρόπους έτσι ώστε να προσθέσουν περισσότερο bandwidth. Αυτό δεν είναι κακό. Δεν είναι όμως ο καλύτερος τρόπος, ούτε ο πιο οικονομικός για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα. Εξάλλου, αυτό που χρειάζεται είναι ποιότητα στην υπηρεσία και όχι ποσότητα. Τα στάνταρ του QoS είναι συγκεκριμένα πρωτόκολλα δικτύων που προσφέρουν μέτρα ποιότητας όπως η εξασφάλιση bandwidth και η προτεραιότητα πακέτων φωνής.

Όσο αναφορά το **Bandwidth** σε οποιοδήποτε δίκτυο, το πρώτο πράγμα που κοιτάμε είναι το κατά πόσο είναι διαθέσιμο για χρήση. Ένα δίκτυο μπορεί να περιγραφεί από τους κόμβους που το αποτελούν και τις συνδέσεις μεταξύ αυτών των κόμβων. Η διαθεσιμότητα του δικτύου λοιπόν χαρακτηρίζεται από την διαθεσιμότητα που υπάρχει ανάμεσα στους κόμβους. Αυτό το οποίο θα μας απασχολήσει όμως είναι η διαθεσιμότητα που υπάρχει απ' άκρη σ' άκρη ενός δικτύου: το bandwidth ενός VoIP συστήματος.

Όπως και στα δίκτυα δεδομένων, η συμφόρηση μπορεί να προκαλέσει απώλεια πακέτων και άλλα προβλήματα στην ποιότητα των υπηρεσιών. Επομένως η σωστή διαχείριση bandwidth και ο σωστός καταμερισμός είναι απαραίτητα για καλή ποιότητα στο VoIP. Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα του VoIP, το ότι η φωνή και τα δεδομένα μοιράζονται τα ίδια καλώδια, μπορεί να γίνει και ένας πονοκέφαλος για τους κατασκευαστές τέτοιων συστημάτων, οι οποίοι πρέπει να βρουν την χρυσή τομή ανάμεσα στο bandwidth που χρειάζονται τα δύο δίκτυα, σε ένα σύστημα το οποίο συνήθως έχει φτιαχτεί για ένα. Η συμφόρηση σε ένα δίκτυο κάνει τα πακέτα να μπαίνουν σε ουρές, οι οποίες αυξάνουν την καθυστέρηση σε ένα σύστημα VoIP. Επίσης το μικρό bandwidth αυξάνει και το jitter, αφού τα πακέτα φωνής θα μεταφέρονται σε ακανόνιστους χρόνους κάθε φορά που θα βρίσκουν ευκαιρία να μεταφερθούν στο δίκτυο.

Η προσθήκη μέτρων ασφαλείας μπορεί να αυξήσει σημαντικά την χρήση bandwidth, προκαλώντας καθυστέρηση στην μεταφορά δεδομένων και jitter, μειώνοντας έτσι το συνολικό QoS στο δίκτυο. Απ' την στιγμή που τα δεδομένα και η φωνή μοιράζονται το ίδιο περιορισμένο μέσο, και τα πακέτα δεδομένων περιέχουν περισσότερες πληροφορίες, άρα έχουν και μεγαλύτερο όγκο από τα πακέτα φωνής, αν υπάρχουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων στο δίκτυο προκαλείται συμφόρηση η οποία πιθανόν να εμποδίσει τα πακέτα φωνής να φτάσουν στον προορισμό τους στον επιθυμητό χρόνο. Για τον λόγο αυτό πλέον, οι περισσότερες συσκευές ενσωματώνουν μηχανισμούς υποστήριξης QoS για VoIP. Τέτοιες συσκευές όπως routers και firewalls, χρησιμοποιούν τα bit του ToS (Type of Service) για να ξεχωρίσουν τα πακέτα φωνής και να τα προωθήσουν με την ανάλογη προτεραιότητα.

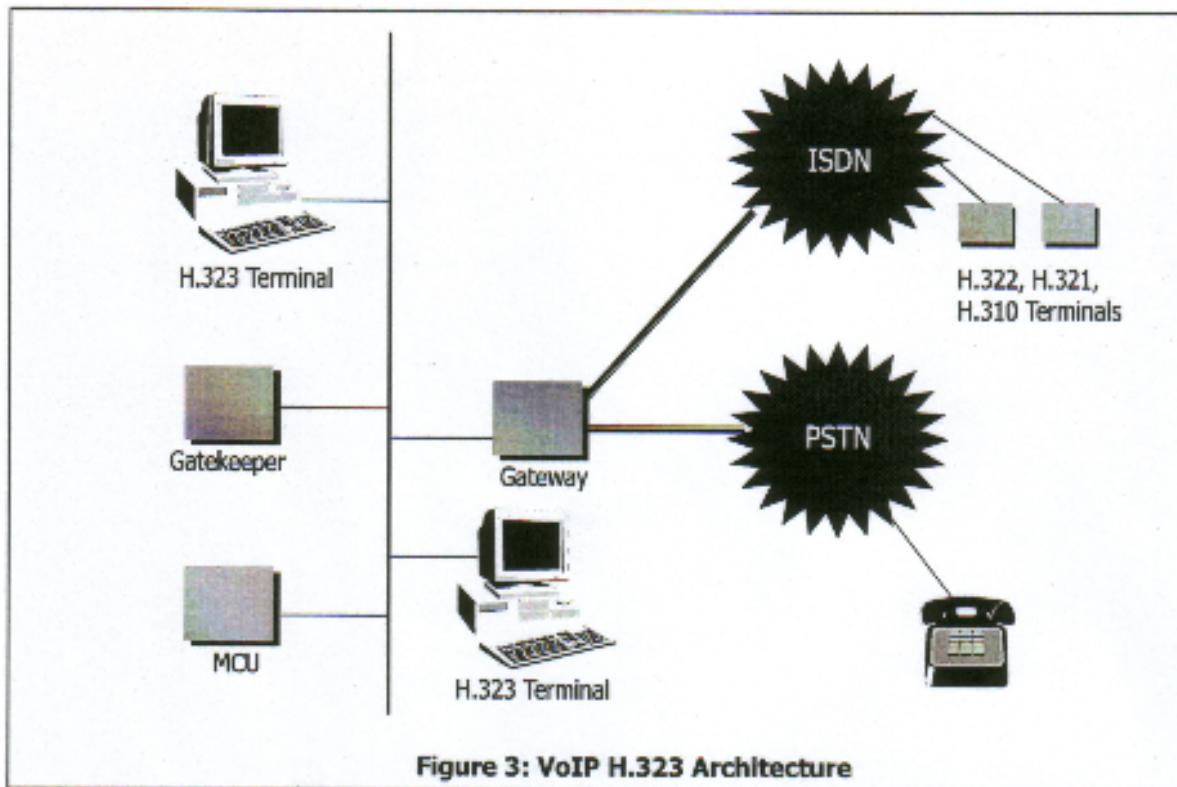
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

H.323 Standard

Το standard H.323 αναπτύχθηκε από την ITU-T, για κατασκευαστές εξοπλισμού και εταιρίες που παρείχαν υπηρεσίες Voice Over IP. Περιέχει τεχνικές συστάσεις για φωνητική επικοινωνία σε LANs υποθέτοντας ότι δεν υπάρχει QoS στο δίκτυο. Αρχικά αναπτύχθηκε για multimedia συνδιαλέξεις σε LANs, αλλά αργότερα επεκτάθηκε και στο VoIP. Η πρώτη και η δεύτερη έκδοση του H.323 δόθηκαν το 1996 και 1998 αντίστοιχα.

3.1 Συστατικά του H.323.

Το H.323 standard προτείνει μία αρχιτεκτονική η οποία αποτελείται από 4 λογικά συστατικά – Terminal, Gateways, Gatekeepers και Multipoint Control Units (MCUs). Το σχηματικό της αρχιτεκτονικής απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα. Τα διάφορα συστατικά περιγράφονται παρακάτω.



3.2 Terminals

Τα τερματικά είναι LAN client endpoints τα οποία υποστηρίζουν διπλής κατεύθυνσης real time επικοινωνία. Όλα τα τερματικά H.323 απαιτείται να υποστηρίζουν πρωτόκολλα όπως, το H.245, το H.225, το Q.931, το Registration Admission Status (RAS) και πρωτόκολλα real time transport. Το H.245 χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της χρήσης των καναλιών, ενώ τα H.225 και Q.931 χρησιμοποιούνται για το call signaling, το call setup και τον τερματισμό της κλήσης. Το RTP χρησιμοποιείται ως πρωτόκολλο μετάδοσης media, το οποίο μεταφέρει φωνή. Το RAS χρησιμοποιείται από το endpoint για να αλληλεπιδράσει με το gatekeeper. Τα τερματικά που χρησιμοποιούν το H.323 μπορεί να χρησιμοποιούν πρωτόκολλα T.120 data conferencing, video codecs και να υποστηρίζουν MCU, ενώ μπορεί να επικοινωνεί είτε με ένα άλλο H.323 τερματικό, με H.323 gateway ή ένα MCU.

Gateways

Ένα H.323 gateway είναι ένα endpoint στο δίκτυο που παρέχει διπλής κατεύθυνσης real time επικοινωνία μεταξύ H.323 τερματικών στο IP δίκτυο με άλλα τερματικά ITU που βρίσκονται σε ένα switch-based δίκτυο όπως το PSTN ή με ένα άλλο H.323 gateway. Χειρίζονται τα διαφορετικά format κάνοντας transcoding. Τα gateway είναι προαιρετικές συσκευές στην αρχιτεκτονική του H.323 επειδή τα τερματικά σε ένα LAN μπορούν να επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους χωρίς να χρησιμοποιούν ένα gateway. Μόνο εάν η επικοινωνία χρειάζεται να περάσει μέσα από άλλα δίκτυα όπως το PSTN, απαιτείται ένας gateway. Σε μία τέτοια περίπτωση, τα πρωτόκολλα H.245 και Q.931 από το συμμετέχοντα endpoints και το gateway που μεσολαβεί.

Gatekeepers

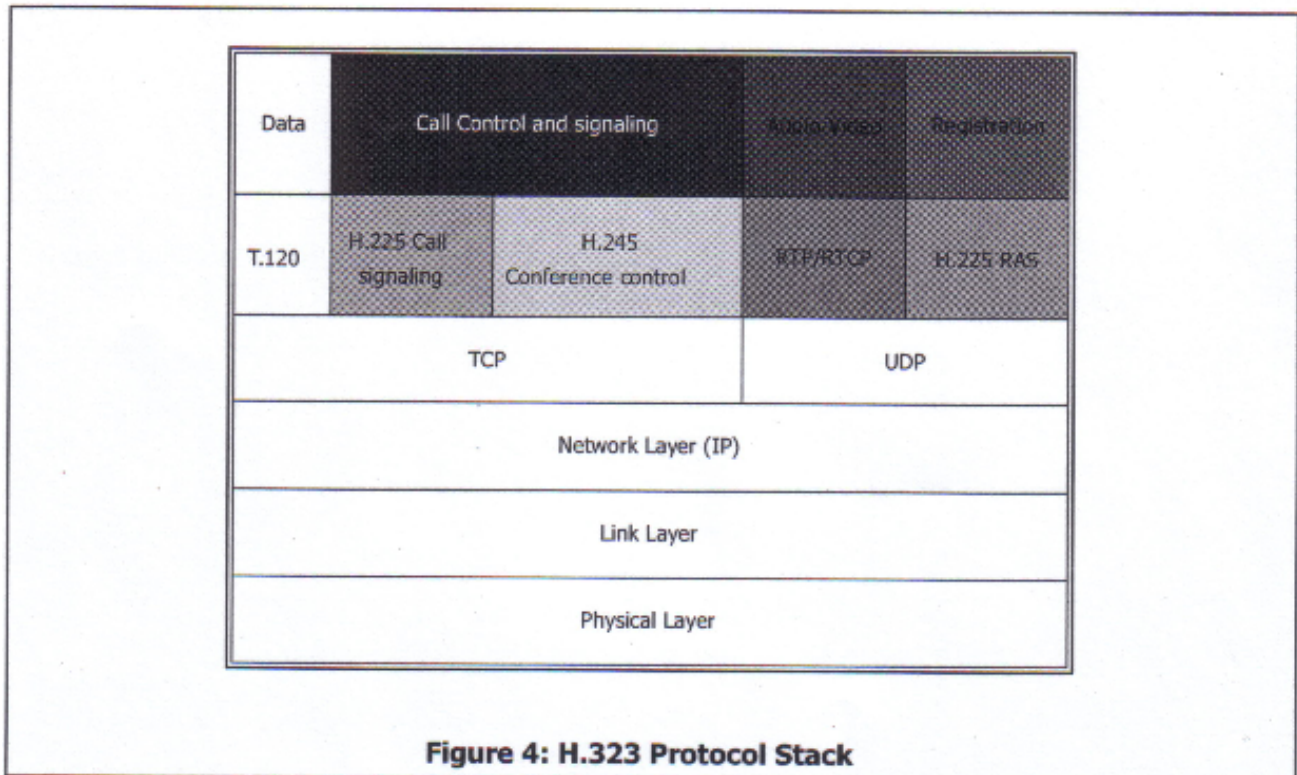
Αυτό είναι ένα πολύ σημαντικό συστατικό της αρχιτεκτονικής H.323 και λειτουργεί σαν manager. Είναι το κεντρικό σημείο όλων των κλήσεων μέσα περιοχή του και παρέχει υπηρεσίες στα endpoint που έχουν κάνει register. Ως ζώνη θεωρείται η περιοχή που καλύπτει ο gatekeeper και τα registered endpoint. Πραγματοποιεί λειτουργίες όπως μετάφραση διευθύνσεων, admissions control, call signaling, call authorization, call management και bandwidth management. Αν χρησιμοποιείται ένας gatekeeper στα δίκτυο είναι πολύ πιθανόν να έχει εγκατασταθεί έναν Back End Service (BES). Σκοπός της λειτουργίας ενός (BES) είναι να κρατάει δεδομένα για τα endpoints, συμπεριλαμβανομένου τις άδειες που έχουν, τις υπηρεσίες και τις ρυθμίσεις.

3.3 Multipoint Control Units (MCU)

Ένα MCU λειτουργεί ως endpoint μέσα στο δίκτυο παρέχοντας την δυνατότητα σε τρία ή περισσότερα τερματικά και gateways να συμμετέχουν σε μία συνδιάσκεψη πολλών ατόμων. Το MCU αποτελείται υποχρεωτικά από ένα Multipoint Controller (MC) και έναν προαιρετικό Multipoint Processor (MP). Η λειτουργία των MC's είναι να προσδιορίζει τις κοινές ικανότητες των τερματικών σε ότι αφορά το conferencing, χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο H.245. Παρ' ολ' αυτά δεν πολυπλέκει ήχο, βίντεο και ροές δεδομένων. Την πολύπλεξη αυτών την χειρίζεται το MP υπό τον έλεγχο του MC.

H.323 Protocol Stack

Ένα σχηματικό που περιγράφει το πρωτόκολλα H.323 φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Το μη αξιόπιστο αλλά γρήγορο UDP χρησιμοποιείται για την μεταφορά του ήχου, του βίντεο και των πακέτων που κάνουν το registration. Το αξιόπιστο αλλά αργό TCP χρησιμοποιείται για δεδομένα και πακέτα ελέγχου στο call signaling, ενώ το πρωτόκολλο T.120 χρησιμοποιείται για το data conferencing.



3.4 Έλεγχος και signaling σε συστήματα H.323

Το H.323 παρέχει 3 πρωτόκολλα ελέγχου – H.225/Q.931 call signaling, H.225/RAS call signaling και H.245 Media control. Το H.225/Q.932 χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του call signaling. Το κανάλι H.225/RAS χρησιμοποιείται για να συντονίσει μία κλήση από την πηγή μέχρι τον προορισμό. Αφού έχει δημιουργηθεί η κλήση, χρησιμοποιείται τελικά το H.245 για να διαπραγματευτεί το media stream μεταξύ των τερματικών.

3.5 H.225/RAS

Το κανάλι RAS (Registration, admission and signaling) χρησιμοποιείται μεταξύ των endpoints και του Gatekeeper. Παρ' ότι χρησιμοποιεί το αναξιόπιστο UDP εσωκλείει μηχανισμούς time out και μετρητή προσπαθειών για να γίνει πιο αξιόπιστο. Οι διεργασίες RAS που χρησιμοποιούνται από τα τερματικά περιλαμβάνουν την εύρεση του gatekeeper, endpoint registration, admission, διαπραγμάτευση για bandwidth και αλλαγή κατάστασης.

H.225/Signaling

Αυτό το κανάλι χρησιμοποιείται για να μεταφέρει τα μηνύματα ελέγχου του H.225. Σε δίκτυα που δεν έχουν gatekeeper, τα μηνύματα call signaling ανταλλάσσονται απευθείας μεταξύ των τερματικών χρησιμοποιώντας το Call Signaling Transport Address. Σε αυτή την περίπτωση, υποτίθεται ότι τα τερματικά γνωρίζουν τα τερματικά που καλούν. Σε δίκτυα τα οποία έχουν gatekeeper, το αρχικό μήνυμα μπορεί να γίνει μεταξύ του gatekeeper και του τερματικού, χρησιμοποιώντας το κανάλι RAS του gatekeeper. Αυτό το call signaling γίνεται με TCP.

H.245 Media and Conference Control

Μόλις πραγματοποιηθεί η κλήση, τα συστήματα H.323 χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο media ελέγχου H.245 για να διαπραγματευτούν και να εγκαθιδρύσουν όλα τα κανάλια media που θα μεταφερθούν με RTP/RTCP. Αυτό το πρωτόκολλο χρησιμοποιείται για να εκτελέσει λειτουργίες όπως διάκριση του master και slave σε μία συνδιάσκεψη πολλών ατόμων, δυνατότητες ανταλλαγής, media channel control και έλεγχο της συνδιάσκεψης.

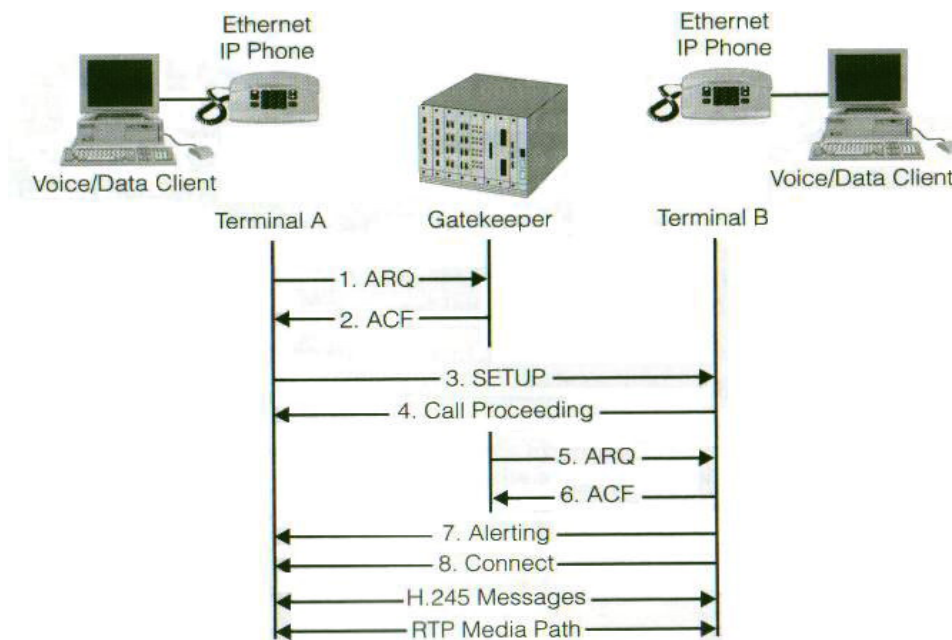
3.6 H.323 Call Setup

Παρακάτω δίνονται μία σειρά βημάτων που πρέπει να γίνουν για να δημιουργηθεί μία τυπική κλήση H.323:

- Εύρεση ενός gatekeeper ο οποίος θα ελέγχει το τερματικό.
- Δήλωση του τερματικού στον gatekeeper.
- Το τερματικό εισέρχεται σε φάση call setup.
- Ανταλλαγή μηνυμάτων δυνατοτήτων ανάμεσα στο τερματικά.
- Εγκαθίδρυση της κλήσης.
- Μετά την κλήση, κάθε μέρος ανα πάσα στιγμή μπορεί να διακόψει την επικοινωνία.

Γενικότερα όμως υπάρχουν διαφορετικοί τύποι κλήσεων που ορίζονται στο H.323 standard:

- Δρομολογημένη κλήση από gatekeeper με δρομολογημένο H.245 signaling.
- Δρομολογημένη κλήση από gatekeeper με απευθείας H.245 signaling.
- Απευθείας δρομολόγηση με gatekeeper.
- Απευθείας δρομολόγηση χωρίς gatekeeper.



3.7) H.323 Implementations – Εφαρμογές.

Μία από τις πιο δημοφιλείς εφαρμογές του H.323 είναι διαθέσιμη στην αγορά από την εταιρία Radvision. Μερικές άλλες εφαρμογές είναι διαθέσιμες στην αγορά από τις εταιρίες Cisco, Elemedia, Micom, Nortel, Vocaltec, Neura Solutions και την Ericsson.

SIP –Session Initiation Protocol

Το Session Initiation Protocol ή SIP είναι ένα IETF standard δημιουργίας συνδιαλέξεων φωνής ή multimedia μέσω Internet. Προτάθηκε ως standard (RFC 2543) τον Φεβρουάριο του 1999. Το SIP είναι πρωτόκολλο επιπέδου εφαρμογής το οποίο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της δημιουργίας της κλήσης καθώς και για την λήξη της. Χρησιμοποιείται δε, σε συνδυασμό με άλλα παρεμφερή πρωτόκολλα IETF όπως το SAP, SDP και MGCP (MEGACO) έτσι ώστε να παρέχει μία μεγαλύτερη ποικιλία υπηρεσιών VOIP. Η αρχιτεκτονική του SIP είναι παρόμοια με την αρχιτεκτονική του HTTP (πρωτόκολλο client-server) Αποτελείται από αιτήματα τα οποία στέλνονται από τον SIP user client σε έναν SIP Server ο οποίος επεξεργάζεται το αίτημα και απαντά αναλόγως πίσω στον client. Ένα SIP αίτημα μαζί με το αντίστοιχο μήνυμα απάντησης αποτελούν μία SIP συναλλαγή.

Το SIP κάνει ελάχιστες υποθέσεις σχετικά με το πρωτόκολλο αποστολής που χρησιμοποιείται και από μόνο του παρέχει αξιοπιστία καθώς δεν εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου αποστολής. Βασίζεται στο Session Description Protocol (SDP) για την διαπραγμάτευση των παραμέτρων της συνεδρίας όπως την αναγνώριση του codec. Παρέχει στον χρήστη φορητότητα μέσω proxy server και προώθησης αιτημάτων στην τοποθεσία που έχει κάνει register ο χρήστης. Είναι δε, συμβατό τόσο με το IPv4 όσο και με το IPv6.

3.8 Μερικά κύρια χαρακτηριστικά του SIP:

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε μερικά χαρακτηριστικά του SIP τα οποία είναι και φάσεις που χρησιμοποιούνται κατά την δημιουργία και τον τερματισμό μιας κλήσης.

Χαρακτηριστικό	Περιγραφή
Call Setup	Ίδρυση συνδιάλεξης με παραμέτρους κλήσης οι οποίες έχουν συμφωνηθεί από τους 2 χρήστες.
Renegotiate call parameters	Επαναδιαπραγμάτευση των παραμέτρων της συνεδρίας καθώς η κλήση είναι σε πρόοδο.
User Location	Καθορισμό του συστήματος για χρήση επικοινωνίας, δίνοντας μία διεύθυνση σε στιλ email
User Availability	Καθορισμό της προθυμίας του καλούμενου μέρους για την έναρξη επικοινωνίας
User Capabilities	Καθορισμό και διαπραγμάτευση του μέσου και των παραμέτρων κλήσης που θα χρησιμοποιηθούν σε μία συνεδρία.
Call Handling	Μεταφορά και τερματισμό μιας κλήσεις.

Όπως είναι εμφανές το SIP δεν παρέχει υπηρεσίες. Αντιθέτως, παρέχει δυνατότητες τέτοιες ώστε να είναι δυνατή η συνεργασία του με άλλα πρωτόκολλα τα οποία τα παρέχουν τις υπηρεσίες που εμείς χρειαζόμαστε. Για παράδειγμα, μπορεί να εντοπίσει έναν χρήστη και να του παραδώσει την περιγραφή ενός session γραμμένο σε SDP, και ο χρήστης μπορεί να συμφωνήσει ή όχι σε αυτές τις παραμέτρους. Επίσης εφόσον η σύνδεση μεταξύ δύο χρηστών μπορεί να περνάει μέσα από εντελώς διαφορετικά δίκτυο, το SIP δεν κάνει, ούτε παρέχει οποιαδήποτε μορφή διασφάλισης-παρακράτησης πόρων.

Η φύση λοιπόν όλων των υπηρεσιών κάνουν την μελέτη της ασφάλειας εξαιρετικά σημαντική. Σε ότι αφορά την ασφάλεια το SIP παρέχει αρκετές υπηρεσίες ασφάλειας, στις οποίες περιλαμβάνονται η αποτροπή denial-of-service, πιστοποίηση τόσο μεταξύ των χρηστών όσο και μεταξύ proxy-χρήστη, προστασία της ακεραιότητας και υπηρεσίες κρυπτογράφησης.

3.9 Συστατικά του SIP

Η αρχιτεκτονική του SIP καθορίζετε από δύο συστατικά.

User Agents

Ένας SIP User Agent είναι ένα τελικό σημείο-σύστημα το οποίο δρα εκ μέρους του χρήστη. Αποτελείται από 2 μέρη.

- **User Agent Client (UAC):** Αυτό είναι ένα μέρος του user client, το οποίο χρησιμοποιείται για να αρχικοποιήσει ένα SIP αίτημα σε έναν SIP server ή στο UAS
- **User Agent Server (UAS):** Αυτό είναι ένα μέρος του user server το οποίο λαμβάνει και ανταποκρίνεται σε αιτήματα SIP

Ο χρήστης λοιπόν χρησιμοποιεί UAS και UAC.

SIP Servers

Στην αρχιτεκτονική του SIP περιγράφονται οι ακόλουθοι τύποι δικτυακών server οι οποίοι βοηθούν σε μία κλήση ή υπηρεσία του SIP:

Registration Server: Ένα server ο οποίος παραλαμβάνει αιτήματα για εγγραφές (registration) από ένα χρήστη SIP ενημερώνεται για την τωρινή τους τοποθεσία.

Proxy Server: Αυτός ο server παραλαμβάνει αιτήματα και τα προωθεί στον επόμενο προς άλμα server, ο οποίος έχει περισσότερες πληροφορίες για το καλούμενο μέρος.

Redirect Server: Αυτός ο server μόλις λάβει ένα αίτημα, αποφασίζει για το ποιος θα είναι ο επόμενος προς άλμα server και επιστέφει την διεύθυνση αυτού στον client αντί να κάνει προώθηση του αιτήματος ο ίδιος, σε αντίθεση με τον SIP proxy server.

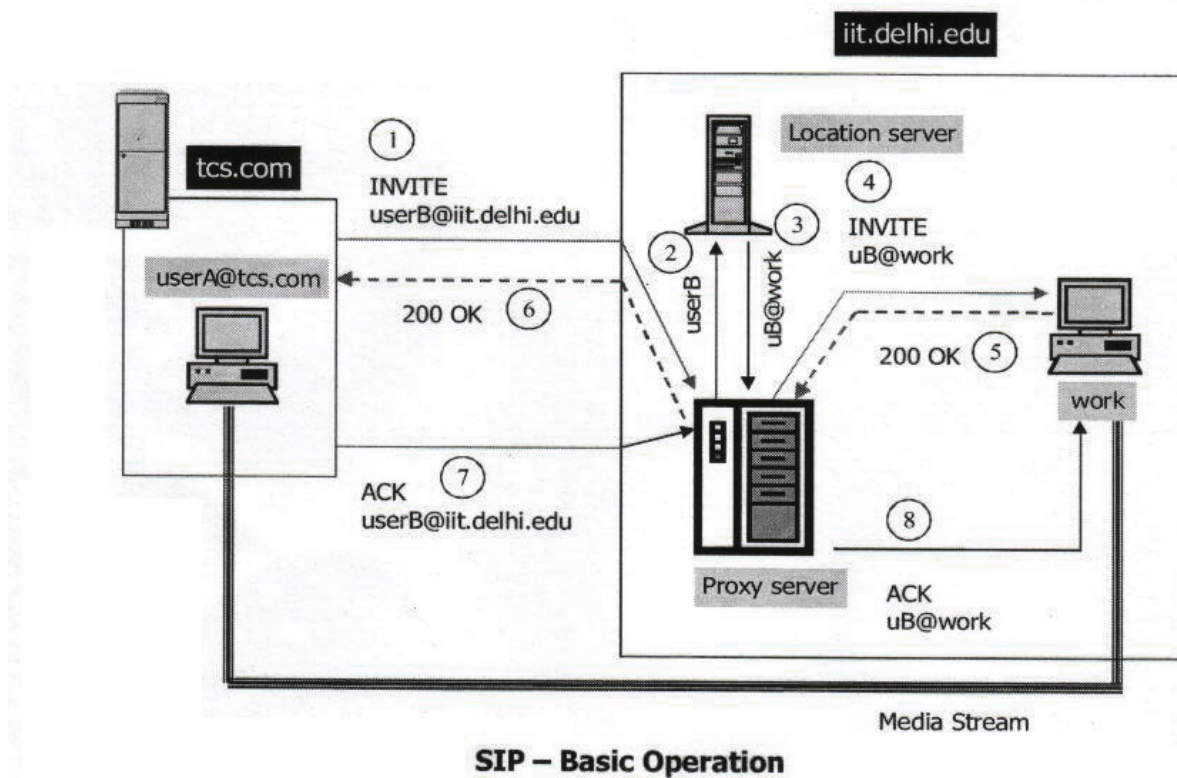
3.10 Μηνύματα SIP

Στον παρακάτω πίνακα ορίζονται τα κυριότερα μηνύματα μεταξύ client και server.

INVITE	Αίτηση για πρόσκληση χρήστη σε μία κλήση
ACK	Επιβεβαίωση για έναρξη αξιόπιστης ανταλλαγής μηνυμάτων
BYE	Για την παύση (ή μεταφορά) της κλήσης δύο endpoint
OPTIONS	Αίτηση για εύρεση πληροφοριών σχετικά με τις δυνατότητες μιας κλήσης.
REGISTER	Για την καταγραφή πληροφοριών της τωρινής θέσης με έναν SIP registration

	server
CANCEL	Αίτηση για την παύση έρευνας για έναν χρήστη ή κλήσης (ringing)
INFO	Πληροφορίες που ανταλλάσσονται κατά την διάρκεια της κλήσης. (π.χ. ISUP, DTMF)
PRACK	Προσωρινή επιβεβαίωση (acknowledgment)
COMET	Προκαθορισμένη συνάντηση
SUBSCRIBE	Αίτηση για καταγραφή ενός γεγονότος
NOTIFY	Ειδοποίηση συνδρομητή

3.11 Μία τυπική εγκαθίδρυση κλήσης στο SIP



Στο παραπάνω διάγραμμα ένας SIP client με όνομα “userA@tcs.com” καλεί έναν δεύτερο χρήστη με όνομα “userB@iit.delhi.edu” για να συμμετέχουν σε μία φωνητική κλήση. Παρακάτω δίνεται μία περιγραφή της διαδικασίας βήμα προς βήμα.

1. Ο χρήστης UserA στέλνει έναν μήνυμα INVITE το οποίο προορίζεται για τον χρήστη UserB στον SIP Proxy Server του domain iit.delhi.edu. Εναλλακτικά το μήνυμα αυτό θα μπορούσε να

σταλεί στον SIP Proxy Server του domain tcs.com, το οποίο με την σειρά του θα το προωθούσε στον SIP Proxy Server του domain iit.delhi.edu. Ο proxy server προσπαθεί να βρει την διεύθυνση IP του SIP server ο οποίος θα χειριστεί το αίτημα.

2. Ο Proxy server του iit.delhi.edu συμβουλευέται τον Location Server για να καθορίσει την τρέχουσα διεύθυνση του UserB.
3. Ο Location Server επιστρέφει την τρέχουσα διεύθυνση του UserB, η οποία είναι uB@work.
4. Ο Proxy server στέλνει το μήνυμα INVITE στον uB@work, βάζοντας την δικιά του διεύθυνση IP στο πεδίο VIA του μηνύματος.
5. Ο UAS (User Agent Client) απαντά στον proxy server με το μήνυμα 200 OK.
6. Ο proxy server με την σειρά του στέλνει την απάντηση 200 OK πίσω στον userA@tcs.com.
7. Ο userA@tcs.com μόλις λάβει το μήνυμα στέλνει ένα μήνυμα ACK προορισμένο για τον UserB μέσω του proxy server.
8. Ο proxy server προωθεί το μήνυμα στον uB@work.
9. Απ' την στιγμή που και τα δύο μέρη συμφωνήσουν για την συμμετοχή τους στην κλήση, ένα κανάλι RTP/RTCP (media stream) ανοίγει μεταξύ των δύο χρηστών (endpoint) για την μεταφορά της φωνής.
10. Απ' την στιγμή που η μετάδοση ολοκληρωθεί, η συνεδρία κόβεται, χρησιμοποιώντας ένα μήνυμα BYE και ένα ACK ανάμεσα στα συμμετέχοντα μέρη.

Όπως είπαμε και παραπάνω το SIP έχει βασιστεί σε αρχιτεκτονική παρόμοια με την αρχιτεκτονική του HTTP. Κάθε συναλλαγή αποτελείται από αιτήματα στο οποία επικαλείται μία συγκεκριμένη μέθοδος, ή λειτουργία σε έναν server και τουλάχιστον μία απάντηση. Παρακάτω θα δούμε ένα αίτημα INVITE το οποίο αποτελείται από έναν αριθμό πεδίων header. Αυτά παρέχουν ορισμένες πληροφορίες οι οποίες είναι απαραίτητες για να μπορέσει ένας server να επεξεργαστεί το αίτημα.

```
INVITE sip:bob@biloxi.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/udp pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bK776asdhds
Max-Forward: 70
To: Bob <sip:bob@biloxi.com>
From: Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:alice@pc33.atlanta.com>
Contact-Type: application/sdp
```


Contact-Length: 142

Το παραπάνω είναι ένα τυπικό μήνυμα INVITE με τον ελάχιστο αριθμό header που απαιτούνται για να μπορέσει να λειτουργήσει. Αναλυτικά έχουμε:

Via: Περιέχει την διεύθυνση (pc33.atlanta.com) με την οποία ο χρήστης Alice αναμένει να λάβει μία απάντηση για αυτό το αίτημα.

To: Περιέχει ένα όνομα (Bob) και ένα SIP ή SIPS URI (sip:bob@biloxi.com) στο οποίο θα προωθηθεί το αίτημα.

From: Επίσης περιέχει ένα όνομα και ένα SIP ή SIPS URI (sip:alice@atlanta.com) που οποίο υποδεικνύει την αρχική προέλευση του αιτήματος. Αυτό το header περιέχει επίσης και μία παράμετρο tag η οποία περιέχει έναν τυχαίο αριθμό.

Call-ID: περιέχει έναν παγκόσμια μοναδικό χαρακτηριστικό για αυτήν την κλήση, το οποίο παράγεται από έναν τυχαίο αριθμό και το host name του τηλεφώνου ή την IP διεύθυνση. Ο συνδυασμός των To, From και Call-ID καθορίζει την SIP χρήστη-προς-χρήστη σχέση ανάμεσα στην Alice και τον Bob και ονομάζεται διάλογος.

CSeq(Commant Sequence): Περιέχει έναν αριθμό και το όνομα μια μεθόδου. Ο αριθμός του CSeq αυξάνεται για κάθε νέο αίτημα μέσα σε ένα διάλογο.

Contact: Περιέχει έναν SIP ή SIPS URI σ

3.12 Εφαρμογές SIP

Παρ' ότι το SIP είναι σχετικά νέο, έχει ήδη αρχίσει να υποστηρίζεται από αρκετές εταιρίες. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν SIP proxy και redirect servers, υποστήριξη από MS Windows, LINUX και άλλα λειτουργικά, τηλέφωνα Ethernet, SIP-H.323 μεταφραστές και άλλα.

Μερικές από τις εταιρίες οι οποίες αρχίζουν να προωθούν εφαρμογές είναι η Cisco, Nokia, Ericsson Lucent, Nortel, Vovida και άλλες, ενώ αρκετά πανεπιστήμια όπως το Carnegie-Mellon University και το Columbia University αναπτύσσουν το standard μέσω δικών τους εφαρμογών. Ενώ ένα μεγάλο μέρος του μπορεί να βρει και σε open source μορφή.

3.13 Σύγκριση του H.323 με το SIP.

Το SIP είναι σχετικά νέο πρωτόκολλο σε σχέση με το H.323 και έτσι, κατάφερε να αποφύγει όλα τα προβλήματα τα οποία σχετίζονται με το H.323. Επειδή το H.323 αρχικά σχεδιάστηκε, για να είναι συμβατό με τα κυκλώματα ATM και το ISDN, δεν ήταν κατάλληλο για να χειριστεί την μεταφορά της φωνής μέσα από IP δίκτυα. Οι νεότερες εκδόσεις του H.323 ήταν πολύ πολύπλοκες με μεγάλα overhead τα οποία το έκαναν μη αποτελεσματικό για IP δίκτυα με περιορισμένο bandwidth. Από την άλλη μεριά το SIP σχεδιάστηκε με γνώμονα το Internet, έτσι είναι ικανό να χειρίζεται καλύτερα τις διευθύνσεις και να παρακάμπτει θέματα πολυπλοκότητας και επεκτασιμότητας. Το SIP είναι τύπου HTTP καθώς χρησιμοποιεί αρκετά από τα HTTP header fields, κανόνες κωδικοποίησης, κωδικούς λαθών και άλλα. Χρησιμοποιεί μόνο 37 πεδία header σε αντίθεση με τα εκατοντάδες στοιχεία που υπάρχουν στα header του H.323. Λόγο αυτών των χαρακτηριστικών το SIP είναι ελαφρύ και έχει την δυνατότητα να γίνει το πιο δημοφιλές πρωτόκολλο, όπως το HTTP, στο διαδίκτυο.

3.14 IAX2 – Inter-Asterisk eXchange protocol

Η πρώτη έκδοση του IAX, δημιουργός και σχεδιαστής του οποίου είναι ο Mark Spencer ιδρυτής της εταιρίας Digim, χρησιμοποιήθηκε περισσότερο για την επικοινωνία των Asterisk server και ορισμένες φορές για την επικοινωνία server-client. Πλέον βρίσκεται στην δεύτερη έκδοση IAX2, το οποίο είναι ένα πολύ ισχυρό και με πλούσιες λειτουργίες πρωτόκολλο. Δεν σχετίζεται με codecs, επομένως μπορεί θεωρητικά με μεταφέρει οποιονδήποτε τύπο δεδομένων. Αυτή του η ιδιότητα θα φανεί πολύ χρήσιμη όταν εξαπλωθούν τα βιντεοτηλέφωνα. Χρησιμοποιεί μία μόνο γραμμή δεδομένων UDP, συνήθως στην πόρτα 4569, για την επικοινωνία ανάμεσα στα endpoints, στέλνοντας δεδομένα και signaling, σε αντίθεση με τα 2 άλλα διάσημα πρωτόκολλα, το H.323 και το SIP, τα οποία χρειάζονται ορισμένες TCP και UDP πόρτες. Επειδή χρησιμοποιεί μόνο 1 κανάλι και UDP πακέτα είναι πιο εύκολο να περάσει μέσα από firewall και πιο πιθανό να δουλέψει πίσω από NAT.

Επίσης υποστηρίζει το την πολύπλεξη καναλιών σε μία μόνο γραμμή. Αυτό σημαίνει ότι δεδομένα από πολλές κλήσεις ενώνονται σε ένα σει πακέτων. Με αυτόν τον τρόπο ένα IP πακέτο μπορεί να παραδώσει πληροφορίες για περισσότερες από μία κλήσεις, μειώνοντας έτσι την επίδραση των IP επικεφαλίδων χωρίς να δημιουργείται πρόσθετη καθυστέρηση. Αυτό είναι μεγάλο πλεονέκτημα για τους χρήστες του VoIP όπου το ποσοστό του bandwidth που καταναλώνετε από τις IP επικεφαλίδες

είναι μεγάλο. Το IAX ουσιαστικά παρέχει έλεγχο και εκπομπή των δεδομένων σε IP δίκτυα. Είναι εξαιρετικά ευέλικτο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε τύπο δεδομένων συμπεριλαμβανομένου και video αν και κυρίως έχει σχεδιαστεί για κλήσεις VoIP. Σχεδιάστηκε βασισμένο στα πολλά κοινά στάνταρντ ελέγχου και αποστολής τα οποία σήμερα συμπεριλαμβάνονται στο SIP, Media Gateway Control Protocol (MGCP) και Real-time Transfer Protocol (RTP). Παρ' ότι όμως σχεδιάστηκε με στοιχεία από τα παραπάνω πρωτόκολλα δεν τα χρησιμοποιεί. Έχει δικό του μηχανισμό για την δημιουργία πακέτων κωδικοποιημένης φωνής.

Κύριος στόχος του IAX είναι να ελαχιστοποιήσει το bandwidth το οποίο χρειάζεται μία εκπομπή δεδομένων media, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό ελέγχου κλήσεων, και να παρέχει υποστήριξη για λειτουργία μέσα από NAT.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Προϊόντα VoIP & IPv6(Το IP της επόμενης γενιάς)

4.1 Softphones

Τα softphones είναι προγράμματα τα οποία εξομοιώνουν την λειτουργία ενός πραγματικού τηλεφώνου στην οθόνη του υπολογιστή μας. Υπάρχουν πολλά softphone τα οποία μπορεί, όποιος θέλει, να κατεβάσει από το διαδίκτυο και να τα χρησιμοποιήσει δωρεάν. Παρακάτω θα κάνουμε αναφορά σε 2 πολύ δημοφιλή softphone και μετά από μία σύντομη παρουσίαση θα δούμε πως μπορούμε να τα ρυθμίσουμε, έτσι ώστε να συνδεθούμε στον server που φτιάξαμε παραπάνω, χρησιμοποιώντας τους λογαριασμούς που δημιουργήσαμε.

4.2 X-Lite 3.0

Το X-Lite είναι ένα softphone της εταιρίας CounterPath το οποίο έχει όλες τις λειτουργίες ενός κλασικού τηλεφώνου και πολύ περισσότερα. Οι περισσότερες λειτουργίες γίνονται με ένα απλό κλικ του ποντικιού όπου μπορούμε να πληκτρολογήσουμε κάποιον αριθμό, να απαντήσουμε ή να απορρίψουμε μία κλήση, να ελέγξουμε το ιστορικό των κλήσεων και πολλά άλλα. Έχει όλες τις τηλεφωνικές λειτουργίες όπως, δύο γραμμές, ένδειξη του αριθμού που μας καλεί, σίγαση, αναμονή,

προώθηση κλήσεων, ηχογράφηση κλήσεων και άλλα. Επίσης υποστηρίζει μία πληθώρα codec μεταξύ των οποίων είναι, G.711uLaw, G.711aLaw, GSM, iLBC, L16 PCM Wideband και άλλους. Έχει την δυνατότητα της αυτόματης επιλογής codec ανάλογα με τις δυνατότητες του άλλου endpoint, του διαθέσιμου bandwidth και της κατάστασης του δικτύου, ενώ μπορεί να αλλάξει codec κατά την διάρκεια της κλήσης χωρίς αυτή να διακοπεί, σε περίπτωση που αλλάξουν οι συνθήκες του δικτύου.

Απαιτήσεις συστήματος.

	Ελάχιστες	Προτεινόμενες
Επεξεργαστής	Intel Pentium 3 700MHz ή ισοδύναμο	Intel Pentium 4 2GHz ή ισοδύναμο
Μνήμη	256MB RAM	256MB RAM
Χώρο στον δίσκο	30MB	30MB
Λειτουργικό σύστημα	Windows 2000 Windows XP	
Σύνδεση	IP network connection (Ευρυζωνική σύνδεση, LAN, wireless)	
Κάρτα ήχου	Full-duplex, 16-bit	

Για να δεχτούμε ή να κάνουμε κλήσεις πρέπει να έχουμε ακουστικά και ένα μικρόφωνο. Το X-Lite αποδέχεται αρκετούς συνδυασμούς ακουστικών-μικροφώνου όπως:

- Εξωτερικά ηχεία και μικρόφωνο
- Ενσωματωμένα ηχεία και μικρόφωνο
- Multimedia headset
- Bluetooth multimedia headset
- USB multimedia headset
- USB τηλέφωνο

λειτουργεί χωρίς κάμερα, αλλά αν θέλουμε να κάνουμε video-κλήσεις θα πρέπει να εγκαταστήσουμε μία. Το X-Lite υποστηρίζει τις περισσότερες USB video κάμερες που κυκλοφορούν. Για την εγκατάσταση του προγράμματος θα χρειαστούμε το εκτελέσιμο αρχείο το οποίο μπορούμε να κατεβάσουμε από το επίσημο site στην διεύθυνση <http://www.counterpath.com/index.php?menu=download>. Επίσης υπάρχουν εκδόσεις για MAC OS και linux. Η διαδικασία της εγκατάστασης είναι πολύ απλή μέσω ενός wizard. Κατά την έναρξη του

προγράμματος γίνεται και έλεγχος για νεότερες εκδόσεις και ειδοποιείται ο χρήστης σε περίπτωση που υπάρχει.

4.3 Sj Phone

Το softphone Sjphone είναι πολύ διαδεδομένο και σχετικά εύκολο στην χρήση. Έχει περίπου τις ίδιες απαιτήσεις με το X-Lite από το λειτουργικό σύστημα και είναι συμβατό και με τα δύο πιο δημοφιλή πρωτόκολλα, το SIP και το H.323. Παρέχει πολλές λειτουργίες όπως:


- Κλήσεις με το όνομα ή το IP
- Λειτουργία με τους περισσότερους ITSP
- Επαφές, ιστορικό κλήσεων και γρήγορες κλήσεις
- Μεταφορά κλήσεων, αναμονή και σίγαση
- Αυτόματη απάντηση κλήσεων ή απόρριψή τους
- Αυτόματη ρύθμιση του ήχου του μικροφώνου
- Υποστηρίζει τους πιο δημοφιλείς κώδικες: G711, GSM, iLBC, (ο G.729 είναι διαθέσιμος μόνο στην εμπορική έκδοση)

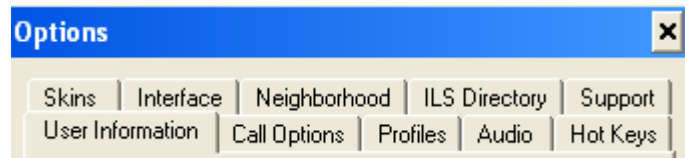
Και πιο προηγμένες λειτουργίες όπως:

- Δημιουργία προφίλ για γρήγορη εναλλαγή ανάμεσα σε κλήσεις H.323 και SIP
- Τριμερής επικοινωνία
- Χειροκίνητη επιλογή codec
- Αναγνώριση χαμένων πακέτων και επανάκτησή του για καλύτερο ήχο

Μελλοντικά θα υποστηρίζεται η βίντεο-κλήση, instant messenger και υποστήριξη λειτουργίας presence καθώς και υψηλής ποιότητας φωνή. Η εγκατάσταση του προγράμματος είναι πολύ απλή και ακολουθώντας τα βήματα και τις οδηγίες που εμφανίζονται στην οθόνη ολοκληρώνεται σε λίγα λεπτά. Προτού ξεκινήσουμε την χρήση του SjPhone καλό θα είναι να κάνουμε register στο επίσημο site την εφαρμογή. Είναι δωρεάν και αφαιρείται το διαφημιστικό παράθυρο που ανοίγει μαζί με την εφαρμογή. Πατώντας την επιλογή **Get Key** μεταφερόμαστε στην ιστοσελίδα **Product Registration** της SJ Labs όπου συμπληρώνουμε τα στοιχεία μας. Γίνεται αποστολή ενός μηνύματος στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο που δηλώσαμε όπου περιέχεται ένα link για την ενεργοποίηση. Κάνοντας κλικ εκεί μεταφερόμαστε στην σελίδα απ' όπου παίρνουμε το κλειδί για το register του προγράμματος.



Αφού κάνουμε όλα τα παραπάνω ανοίγουμε την εφαρμογή για να περάσουμε τις απαραίτητες ρυθμίσεις. Με το κουμπί  μπαίνουμε στο παράθυρο γενικών ρυθμίσεων.

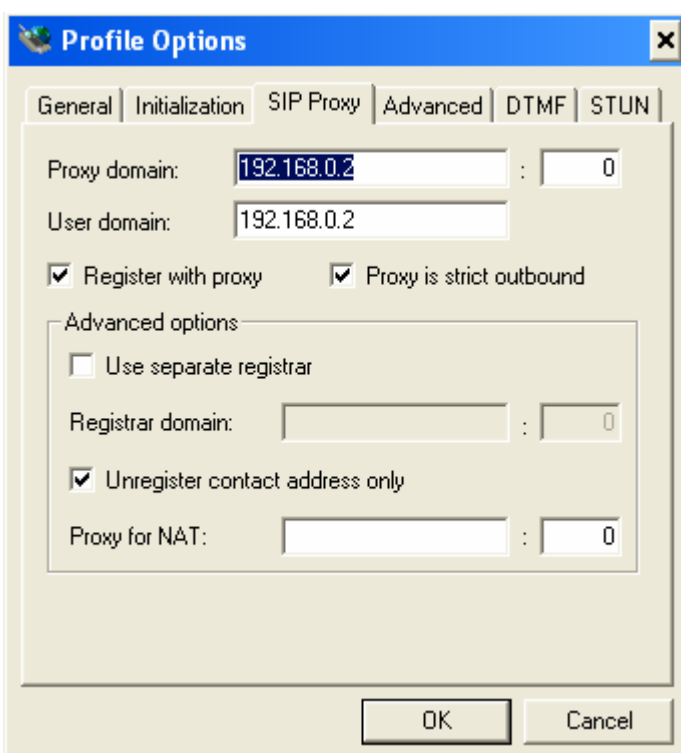


Από τις παραπάνω καρτέλες θα χρειαστούμε την καρτέλα **Profiles** όπου θα δημιουργήσουμε τον λογαριασμό με τον οποίο θα συνδεθούμε στον server που έχουμε φτιάξει. Κάνουμε κλικ στην καρτέλα Profiles και επιλέγουμε **New**.

Δίνουμε ένα όνομα και επιλέγουμε τον τύπο του profile. Υπάρχουν επιλογές για το πρωτόκολλο H.323, όπου υποστηρίζονται οι απ' ευθείας κλήσεις H.323,

μέσω gateway και μέσω gatekeeper. Για το πρωτόκολλο SIP, υποστηρίζονται profiles με απ' ευθείας κλήσεις SIP και κλήσεις μέσω proxy. Αν δεν είναι ήδη επιλεγμένο επιλέγουμε τις κλήσεις SIP μέσω proxy.

Μόλις πατήσουμε OK βλέπουμε το παρακάτω παράθυρο **Profile Options**. Στην καρτέλα SIP Proxy δηλώνουμε την IP του server. Πατώντας OK εμφανίζεται μία νέα καρτέλα η οποία μας προτρέπει να γράψουμε το όνομα και τον κωδικό με τα οποία θα κάνει login για το συγκεκριμένο profile.



Μόλις δώσουμε αυτές τις πληροφορίες συνδεόμαστε στον server αυτόματα και μπορούμε πλέον να πραγματοποιήσουμε κλήσεις με άλλους χρήστες. Στις άλλες καρτέλες του **profile options** μπορούμε να βρούμε διάφορες ρυθμίσεις που μπορούμε να κάνουμε. Για το παράδειγμά μας δεν χρειάζεται να αλλάξουμε κάτι παρ' όλ' αυτά, θα δούμε περιληπτικά τις άλλες επιλογές.

General: Σε αυτή την καρτέλα παίρνουμε γενικές πληροφορίες για το profile του φτιάξαμε. Βλέπουμε το όνομα το οποίο έχουμε δώσει τον τύπο του λογαριασμού (αν είναι SIP, H.323, με proxy ή χωρίς κλπ.), το αρχείο στο οποίο έχουν αποθηκευτεί οι πληροφορίες καθώς και την έκδοση του.

Initialization: Εδώ ορίζονται οι αρχικές λειτουργίες. Τι θα εκτελείται δηλαδή όταν ενεργοποιήσουμε κάποιο profile. Αφήνουμε επιλεγμένα τα **account** και **password**.

SIP Proxy: Όπως αναφέραμε και παραπάνω εδώ δίνουμε πληροφορίες για τον server τον οποίο θα χρησιμοποιήσουμε, αν θα χρησιμοποιήσουμε proxy ή δηλώνουμε την διεύθυνση μέσα από την οποία θα περνάμε από το NAT.

Advanced: Πιο εξειδικευμένες επιλογές σχετικά με τις κλήσεις. Επίσης μπορούμε να δηλώσουμε την διεύθυνση του τηλεφωνητή που θα χρησιμοποιήσουμε.

DTMF: (Dual-tone multi-frequency) Το DTMF είναι μία μέθοδος signaling, στην περιοχή συχνοτήτων φωνής για την επικοινωνία του τηλεφώνου με το τηλεφωνικό κέντρο. Σήμερα το DTMF χρησιμοποιείται για την εγκαθίδρυση μιας κλήσης με το τηλεφωνικό κέντρο, ενώ οι για το signaling μεταξύ trunk χρησιμοποιείται το SS7.

Stun: Αν βρισκόμαστε πίσω από NAT ίσως χρειαστεί να δηλώσουμε έναν **stun server** για να μπορέσουμε πραγματοποιήσουμε κλήσεις.

Αποθηκεύουμε το profile που φτιάξαμε και πλέον είμαστε σε θέση να πραγματοποιήσουμε κλήσεις. Στην παρακάτω εικόνα καλούμε από το X-Lite όπου έχει συνδεθεί ως χρήστης 200, τον χρήστη 201 ο οποίος χρησιμοποιεί το SJ-phone.



Ο χρήστης 201 μπορεί να δεχτεί το τηλέφωνο και να αρχίσει η επικοινωνία ή να αγνοήσει την κλήση. Στην δεύτερη περίπτωση, επειδή έχουμε ενεργοποιήσει τον τηλεφωνητή, στον χρήστη 200 ακούγεται ένα ηχογραφημένο μήνυμα το οποίο να ενημερώνει ότι ο χρήστης 201 δεν είναι διαθέσιμος και τον προτρέπει να αφήσει ένα μήνυμα.

Όπως είδαμε παραπάνω μπορούμε πολύ γρήγορα να φτιάξουμε ένα VoIP server, εφόσον δεν έχουμε να κάνουμε πολύπλοκες ρυθμίσεις όπως π.χ. για NAT ή για σύνδεση με PSTN δίκτυο. Ένας τέτοιος server θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί εύκολα σε μία μικρή έως μεσαία επιχείρηση, στο σπίτι ή ακόμα και στο TEI. Οπουδήποτε υπάρχει ένα IP δίκτυο μπορεί εύκολα να προστεθεί για την κάλυψη τηλεφωνικών αναγκών

4.4 ITSP

Σε περίπτωση που κάποιος ιδιώτης δεν θέλει να φτιάξει ολόκληρο server για να χρησιμοποιήσει το VoIP, υπάρχουν οι παροχείς τηλεφωνικών υπηρεσιών μέσω διαδικτύου οι οποίοι προσφέρουν

υπηρεσίες VoIP. Συνήθως οι κλήσεις ανάμεσα σε χρήστες της ίδιας υπηρεσίας είναι δωρεάν, ενώ ορισμένες εταιρίες δίνουν την δυνατότητα να πραγματοποιηθούν κλήσεις σε συνδρομητές άλλων εταιριών. Αρκετοί έχουν την δυνατότητα να πραγματοποιήσουν κλήσεις σε δίκτυα PSTN με πολύ χαμηλές χρεώσεις. Παρακάτω φαίνεται μία λίστα με εταιρίες που παρέχουν τέτοιες υπηρεσίες.

- [AT&T CallVantage](#)
- [Broadvoice](#)
- [Engin](#) (Australia)
- [FaktorTel](#) (Australia)
- [iTalkBB](#)
- [Jajah](#)
- [Lingo](#)
- [Primus Canada](#)
- [Qwest](#)
- [Sipgate](#) (Germany, Austria, UK)
- [SIPphone](#)
- [Skype](#)
- [SunRocket](#)
- [Telio](#) (Norway)
- [Tesco](#) (UK)
- [Time Warner](#)
- [Verizon VoiceWing](#)
- [VoicePulse](#)
- [Voip.com](#)
- [VoipBuster](#)
- [Vonage](#)
- [Wengo](#)
- [Yahoo! Messenger](#)

Η εταιρία με τους περισσότερους συνδρομητές σήμερα είναι η Skype. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει έχει ιδρυθεί από τους δημιουργούς του δημοφιλέστατου προγράμματος Kazza με το οποίο οι χρήστες μπορούσαν να ανταλλάξουν αρχεία. Το skype έχει γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη από την εποχή που πρωτοεμφανίστηκε, παρέχοντας δωρεάν υπηρεσίες αλλά και επί πληρωμή.

Σε αντίθεση με άλλους παρόχους τηλεφωνικών υπηρεσιών λειτουργεί με το μοντέλο peer-to-peer (P2P), παρά με το παραδοσιακό μοντέλο client-server. Ο τηλεφωνικός κατάλογος των χρηστών είναι εντελώς αποκεντροποιημένος και διανεμημένος στους κόμβους του δικτύου. Συνεπώς το δίκτυο μπορεί να φτάσει εύκολα σε πολύ μεγάλα μεγέθη χωρίς να έχει ένα σύνθετο και ακριβό κεντρικό σύστημα. Η δρομολόγηση των κλήσεων μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα από άλλους χρήστες του skype έτσι ώστε να είναι πιο εύκολη η μεταφορά των κλήσεων μέσω firewall και NAT. Με αυτόν τον τρόπο όμως μεταφέρεται επιπλέον βάρος στους χρήστες που συνδέονται στο διαδίκτυο χωρίς NAT,

καθώς το bandwidth που διαθέτουν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δρομολογήσει κλήσεις άλλων χρηστών. Αυτό αναφέρεται και συμφωνητικό με το οποίο συμφωνεί ο χρήστης όταν κάνει εγκατάσταση το πρόγραμμα. Δεν αναφέρεται όμως τι ποσοστό από το διαθέσιμο bandwidth θα καταναλώνεται για τον σκοπό αυτό. Χρήστες με καλές συνδέσεις γίνονται οι λεγόμενοι υπερκόμβοι (supernodes) οι οποίοι εξυπηρετούν περισσότερες από μία κλήσεις.

Το skype είναι πρόγραμμα κλειστού κώδικα, ενώ το πρωτόκολλο που χρησιμοποιεί δεν υπόκειται σε κάποιο στάνταρ ορισμένο από επίσημο φορέα. Αναφορικά με την ασφάλεια, χρησιμοποιούνται ισχυροί αλγόριθμοι κρυπτογράφησης, ενώ ο χρήστης δεν αναμειγνύεται στην διαδικασία αυτή. Άλλο δέμα ασφάλειας είναι ότι δεν υπάρχει ενσωματωμένη προστασία από ιούς, για τα αρχεία τα οποία μεταφέρονται μέσω skype. Συνεπώς ο χρήστης πρέπει να έχει ξεχωριστό antivirus, το οποίο θα ελέγχει τα αρχεία που μεταφέρθηκαν. Το γεγονός του κλειστού κώδικα, σε συνδυασμό με την εξυπηρέτηση άλλων χρηστών, κάνουν δύσκολο σε administrators και firewalls να καταλάβουν τι ακριβώς κάνει το skype κάθε στιγμή. Έχουν δοθεί κανόνες τους οποίους μπορούν να εφαρμόζουν οι εταιρίες στα firewalls που χρησιμοποιούν, έτσι ώστε να εμποδίζουν την χρήση του skype από τους υπαλλήλους τους. Έχει αναφερθεί πάντως ότι οι κλήσεις του skype είναι ασφαλείς καθώς κρυπτογραφική ανάλυση η οποία έγινε, συμπέρανε ότι έχει γίνει καλή χρήση μοντέρνων τεχνικών και ότι έχουν κωδικοποιηθεί καλά οι αλγόριθμοι μέσα στο λογισμικό.

Επίσης η εταιρία ισχυρίζεται ότι το πρωτόκολλο το οποίο είναι υπεύθυνο για την ανακοίνωση και δημιουργία μιας κλήσης είναι αποδοτικό και ότι εμποδίζει επιθέσεις όπως αυτές της υποκλοπής και replay attacks. Παρ' όλ' αυτά επιτρέπεται η ταυτόχρονη είσοδος (login) ενός χρήστη από διαφορετικά σημεία. Αν κάποιος αποκτήσει τον κωδικό ενός χρήστη θα μπορούσε να κάνει login και να καθορίσει την λειτουργία του ως hidden. Μετά από αυτό, οποιαδήποτε συνομιλία έχει ο πραγματικός χρήστης με κάποιον άλλο είναι πιθανό να αντιγράφονται στον κρυμμένο λογαριασμό. Κάθε χρήστης λοιπόν πρέπει να προσέχει τον κωδικό του και να μην τον κάνει γνωστό σε τρίτους.

Σε ότι αφορά την χρήση πόρων του υπολογιστή παρατηρείται ότι γίνεται πρόσβαση στον σκληρό δίσκο του υπολογιστή ορισμένες φορές το λεπτό. Μπορεί να επιβεβαιωθεί εύκολα κάτι τέτοιο από το led λειτουργίας του σκληρού δίσκου ή με ένα απλό πρόγραμμα καταγραφής πρόσβασης αρχείων. Σε ότι αφορά την χρήση bandwidth έχει αναφερθεί από χρήστες υπερκόμβων ότι το skype αποδέχεται έως και μερικές χιλιάδες συνδέσεων, αλλά επιβάλλεται περιορισμός στο 40kbps upload και download. Υπολογίζεται ότι υπάρχουν πάνω από εκατό εκατομμύρια χρήστες σήμερα που χρησιμοποιούν αυτή την υπηρεσία, ενώ ανα πάσα στιγμή περίπου δέκα εκατομμύρια χρήστες είναι συνδεδεμένοι.

4.5 Skype



Το SkypeOut είναι ένας φτηνός τρόπος πραγματοποίησης κλήσεων σε παραδοσιακά και κινητά τηλέφωνα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προώθηση των κλήσεων του Skype σε σταθερό αριθμό ή το κινητό τηλέφωνο. Οι χρεώσεις ποικίλουν αναλόγως της περιοχής



Το SkypeIn είναι μία υπηρεσία στην οποία ουσιαστικά αγοράζει ένας χρήστης έναν σταθερό αριθμό. Π.χ. ένας κάτοικος της Αθήνας θα μπορούσε να αγοράσει τον αριθμό 2101234567. Καλώντας λοιπόν σε αυτόν τον αριθμό τα άτομα που θέλουν να επικοινωνήσουν με τον χρήστη, η κλήση τους προωθείται μέσω skype. Έτσι ο χρήστης μπορεί να δεχτεί κλήσεις από σταθερά τηλέφωνα σε οποιοδήποτε μέρος του κόσμου έχει κάνει login. Το κόστος της υπηρεσίας φτάνει τα 34,50€ για ένα χρόνο.



Υπηρεσία τηλεφωνητή του Skype. Αν κάποιος χρήστης δεν είναι συνδεδεμένος ή είναι απασχολημένος, ο καλών μπορεί να αφήσει ένα μήνυμα.



Το Skype SMS είναι μία υπηρεσία μέσω της οποίας μπορούν να στείλετε μηνύματα SMS σε κινητά τηλέφωνα.



Πρόκειται για μία νέα υπηρεσία που προσφέρεται μέσω τις ιστοσελίδας του skype. Μέσω αυτής κάποιος χρήστης μπορεί να δημιουργήσει ένα δικό του “δωμάτιο” επικοινωνίας και να συμμετάσχουν σε αυτό μέχρι και 100 άτομα.

Παρά την μεγάλη απήχηση που έχει το skype στο κοινό δεν λείπουν κάποια μελανά σημεία και αρνητικές κριτικές. Επίσης έχουν ασκηθεί μηνύσεις για κλοπή τεχνολογίας ή για παραβίαση κάποιας πατέντας. Από πολιτικής άποψης υπήρχαν αντιδράσεις και μπλοκάρισμα τις υπηρεσίες το 2005 στην Κίνα, ενώ για να επιτραπεί αργότερα η χρήση της υπηρεσίας έπρεπε να υπάρξει συνεργασία με την κυβέρνηση για χρήση ενός συστήματος λογοκρισίας. Πολλοί οργανισμοί κατηγόρησαν την εταιρία λέγοντας ότι δεν θα έπρεπε να γίνεται αποδοχή όρων, οι οποίοι θα περιόριζαν την ελευθερία του τύπου και της έκφρασης του ατόμου. Πολλές αρνητικές κριτικές δέχεται η εταιρία και για το γεγονός της μη χρήσης κάποιου ανοιχτού στάνταρ όπως το H.323, το SIP ή το IAX, ενώ οι χρήστες του linux παραπονούνται για καθυστερήσεις νέων εκδόσεων για linux και την ύπαρξη πολλών bugs. Το Σεπτέμβριο του 2005 στη Γαλλία δόθηκε μία άτυπη οδηγία η οποία προέτρεπε τη μη χρήση του

skype, λόγω της αδυναμίας παρακολούθησης των πληροφοριών που διακινούνταν, της πιθανής κατάχρησης πόρων σε συστήματα καθώς και άγνωστες πιθανές ενέργειες του λογισμικού.

Να αναφέρουμε ότι πλέον υπάρχει και η δυνατότητα τηλεδιάσκεψης μέσω του SKYPE σε πολλή καλή ποιότητα.

Κλείνοντας αναφέρουμε ότι η εταιρία Skype εξαγοράστηκε τον Οκτώβρη του 2005 από την eBay για το ποσό του 1,9 δις €.

IPv6 Next Generation Internet Protocol

Όπως έχουμε δει και παραπάνω 2 είναι τα βασικότερα προβλήματα στην ανάπτυξη και εφαρμογή του VoIP σε μεγάλη κλίμακα έτσι ώστε να χρησιμοποιείται από μεγάλο πληθυσμό δίνοντας υψηλής ποιότητας υπηρεσίες. Το πρώτο πρόβλημα είναι η έλλειψη ενός de facto QoS σε πολλά δίκτυα που χρησιμοποιούν VoIP (Τόσο σε επίπεδο Παροχών υπηρεσιών Internet όσο και σε εταιρικό επίπεδο). Το δεύτερο πρόβλημα έχει σχέση με την ακεραιότητα της κλήσης απ' άκρη σε άκρη, ειδικότερα στο γεγονός ότι τα πακέτα VoIP "δυσκολεύονται" να περάσουν από firewalls, όχι μόνο λόγω του πρωτοκόλλου, αλλά και σε πρακτικό επίπεδο εξαιτίας του Network Address Translation (NAT). Επιπρόσθετα, θα μπορούσε κάποιος να εγείρει και ένα συνολικό θέμα ασφάλειας, όπως συνακρόαση των ομιλιών και hacking ως ένα ακόμα πιθανό πρόβλημα. Τα επόμενης γενιάς δίκτυα 3G VoIP ήδη βρίσκονται στο στάδιο της σχεδίασης έτσι ώστε να ξεπεράσουν αυτά τα προβλήματα. Τα δίκτυα αυτά βασίζονται στο IPv6 το οποίο αντιμετωπίζει τα θέματα του QoS και του NAT.

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, τρίτη γενιά Wi-Fi και ασφάλειας. Αναπτύχθηκε στις αρχές του 1990 λόγω της μεγάλης ανάγκης που υπήρχε για περισσότερες διευθύνσεις, βασισμένη στην γρήγορη ανάπτυξη του διαδικτύου. Κι αυτό βασιζόταν και στην ανάπτυξη των κινητών τηλεφώνων, στα PDA, έξυπνες εφαρμογές και εκατομμύρια νέων χρηστών σε αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα η Ινδία και άλλες.

Νέες τεχνολογίες όπως το VoIP, μόνιμη σύνδεση στο διαδίκτυο (DSL, Cable κλπ), δίκτυο Ethernet στο σπίτι και διάφορες εφαρμογές θα κάνουν την ανάγκη αυτή πιο επιτακτική τα επόμενα χρόνια.

Λόγο της πολυπλοκότητας της τεχνικής του NAT, 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 πιο οικονομική, ισχυρότερη και πιο οικονομική σε ότι αφορά την κατανάλωση ενέργειας. Η μικρότερη κατανάλωση ενέργειας δεν αφορά μόνο περιβαλλοντολογικούς λόγους αλλά και βελτίωσης της φορητότητας (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 αυτορύθμιση 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 του των πρωτοκόλλων του ίντερνετ είναι να μεταφέρουν την πληροφορία στο δίκτυο, το IPv6 έχει περισσότερες δυνατότητες μέσα στο βασικό του σκελετό. Το κυριότερο είναι η σημαντική αύξηση των διευθύνσεων. Οι καταναλωτές θέλουν την απλότητα του “plug-and-play”, την συνεργασία (πχ παιχνίδια) και την φορητότητα.

4.6 Πλεονεκτήματα του IPv6

Το σημαντικότερο πρόβλημα του IPv4 όπως είδαμε και παραπάνω είναι η έλλειψη νέων διευθύνσεων, λόγω νέων συσκευών και τεχνολογιών καθώς και εκατομμυρίων νέων χρηστών. Το IPv6 αντιμετωπίζει αυτά τα προβλήματα με την καθιέρωση ενός νέου τύπου IP διεύθυνσης έτσι ώστε ο αριθμός τους να μην εκλείψει σε μερικές δεκαετίες, ανεξάρτητα από τον αριθμό των νέων συσκευών που θα συνδεθούν στο διαδίκτυο. Επίσης προσθέτει βελτιώσει στο σύστημα της αυτόματης ρύθμισης των συσκευών. Νέες συσκευές που θα συνδέονται στο διαδίκτυο δεν θα χρειάζεται να ρυθμιστούν για τοπική διεύθυνση IP, gateway, subnet mask, η οποιαδήποτε άλλη παράμετρο.

Μία περιληπτική αναφορά στα πλεονεκτήματα το IPv6:

Scalability:

Το IPv6 έχει 128-bit διεύθυνση σε αντίθεση με το IPv4 που είχε 32-bit. Με το IPv4 ο θεωρητικός αριθμός διαθέσιμων IP διευθύνσεων είναι 2^{32} περίπου 4,3 δισεκατομμύρια διευθύνσεις. Το IPv6 μας δίνει 2^{128} διευθύνσεις. Δηλαδή $3,4 \times 10^{38}$ ή 340,282,366,920,938,463,374,607,431,768,211,456 πιθανές διευθύνσεις.

Ασφάλεια:

Το IPv6 συμπεριλαμβάνει στα χαρακτηριστικά του διάφορες μεθόδους ασφάλειας όπως κρυπτογράφηση της πληροφορίας και ταυτοποίηση της πηγής της επικοινωνίας.

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 απαραίτητα προτεραιότητα. Είναι παρόμοιο δηλαδή με την υπηρεσία που προσφέρει το Multiprotocol Label Switching (MPLS), εσωκλείεται όμως στους μηχανισμούς του IP αντί να είναι μία επιπρόσθετη εφαρμογή.

Plug-and-play:

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

Φορητότητα:

Πλέον συμπεριλαμβάνονται πιο αποτελεσματικοί μηχανισμοί φορητότητας.

Optimized protocol:

Το IPv6 εσωκλείει τις καλύτερες πρακτικές του IPv4, αφαιρώντας χαρακτηριστικά τα οποία είτε δεν χρησιμοποιούνται είτε είναι απαρχαιωμένα. Σαν αποτέλεσμα έχουμε ένα καλύτερα δομημένο πρωτόκολλο.

Διευθυνσιοδότηση και δρομολόγηση:

Βελτιώνεται η ιεραρχία της διευθυνσιοδότησης και της δρομολόγησης.

Επεκτασιμότητα:

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

4.7 Διευθύνσεις στο IPv6

Όπως έχουμε ήδη πει το IPv6 προσφέρει πολύ περισσότερες διευθύνσεις απ' ότι το IPv4. 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 αντανακλούν την τοπολογία του σημερινού ίντερνετ. Η χρήση των 128bit παρέχει πολλαπλά επίπεδα ιεραρχικότητας και ευελιξίας στον σχεδιασμό ιεραρχικών διευθύνσεων και δρομολογητών. Μία IPv6 διεύθυνση αντιπροσωπεύεται από 8 ομάδες των 16 bits, τα οποία χωρίζονται με τον χαρακτήρα ":". Κάθε ομάδα 16-bit γράφεται με 4 ψηφία δεκαεξαδικού συστήματος, έχοντας τιμές από 0 έως 15 (0, 1, 2, ..., A, B, C, D, E, F με A=10, B=11, C=12, D=13, E=14, F=15). Παρακάτω βλέπουμε μερικά παραδείγματα μια IP διεύθυνσης σε IPv6

3223:0ba0:01e0:d001:0000:0000:d0f0:0010

Οι διευθύνσεις πλέον για μπορούν να γράφονται συντομότερα απαλείφοντας τα μηδενικά.

3223:0ba0::

Το οποίο είναι συντόμευση της παρακάτω διεύθυνσης

3223:0ba0:0000:0000:0000:0000:0000:0000

Επίσης αν κάποιο μέρος της διεύθυνσης περιέχει μόνο μηδενικά μπορεί να γραφτεί μόνο ένα από τα 4

3223:0ba0:0:0:0:0::1234

Είναι αντίστοιχα η παρακάτω διεύθυνση

3223:0ba0:0000:0000:0000:0000:0000:1234

Ο διαχωρισμός των υποδικτύων παραμένει ο ίδιος με το IPv4 όπου τα πρώτα bit από αριστερά προς δεξιά δείχνουν το υποδίκτυο και τα υπόλοιπα χρησιμοποιούνται για την δήλωση των συσκευών.

3223:0ba0:01a0::/48

Υποδεικνύει ότι το μέρος της IP διεύθυνσης που χρησιμοποιείται για να αντιπροσωπεύσει το υποδίκτυο έχει 48bit. 3223:0ba0:01a0. Τα υπόλοιπα ψηφία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υποδείξουν κάποια συσκευή του δικτύου.

4.8 Ειδικές IPv6 διευθύνσεις.

Auto-return or loopback virtual address: Αυτή η διεύθυνση έχει οριστεί στο IPv4 με την διεύθυνση 127.0.0.1. Στο IPv6 έχει την διεύθυνση ::1.

Μη ορισμένη διεύθυνση: Χρησιμοποιείται για να δείξει την απουσία διεύθυνσης. Χαρακτηρίζεται από "::"

IPv6 over IPv4 dynamic/automatic tunnels. Είναι διευθύνσεις IPv6 συμβατές με IPv4, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να είναι δυνατή η αποστολή πακέτων IPv6 σε δίκτυα IPv4. Αντιπροσωπεύονται με ::. Π.χ. ::156.55.23.5.

IPv4 over IPv6 addresses automatic representation. Επιτρέπουν συσκευές που είναι συμβατές μόνο με IPv4 να συνεχίσουν να δουλεύουν σε δίκτυα IPv6 και έχουν το όρισμα :FFFF:, Π.χ. ::FFFF:158.55.43.3.

Βασικά Χαρακτηριστικά Του Πρωτοκόλλου

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. Παρ' όλ' αυτά 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).

Version: 8 bits: Αναγνωρίζεται η έκδοση του πρωτοκόλλου. Αν είναι 4 ή 6.

Class: 8 bits: Προορίζεται για τους αρχικούς κόμβους και τους routers προώθησης πακέτων, για να αναγνωρίζουν και να διαχωρίζουν διαφορετικές κλάσεις ή προτεραιότητες σε πακέτα IPv6.

Flow Label: 20 bits: Ορίζει πως πρέπει να διαχειριστεί η κίνηση. Αυτό που ονομάζεται flow είναι ουσιαστικά μία ακολουθία πακέτων που στέλνεται είτε σε ένα παραλήπτη είτε σε πολλούς. Σε αυτό το τμήμα αναγνωρίζονται τα πακέτα τα οποία χρήζουν ειδικής μεταχείρισης από τους IPv6 κόμβους. Αν κόμβος δεν υποστηρίζει το IPv6 τότε το πεδίο αγνοείται.

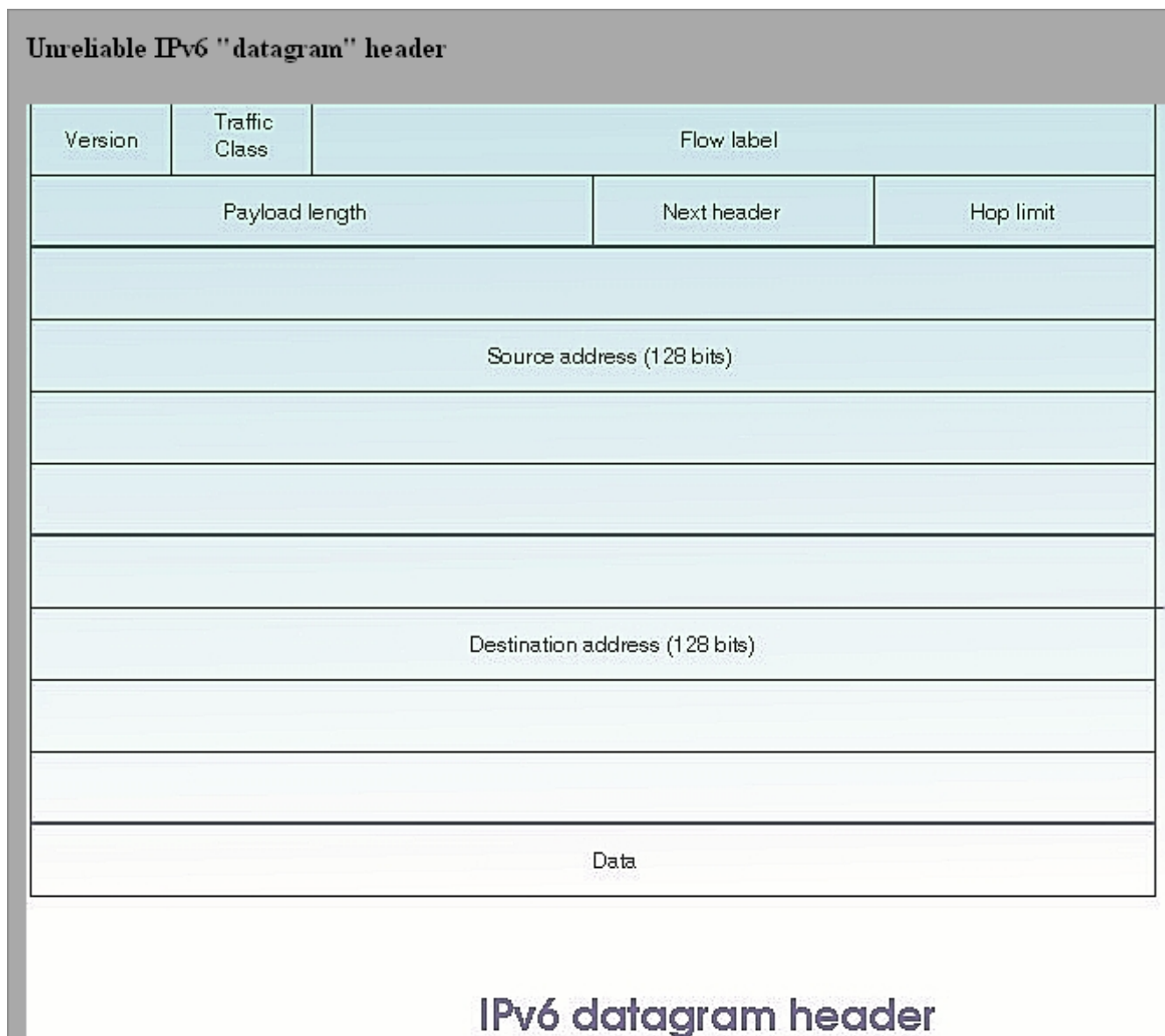
Payload Length: 16 bits: Αναγνωρίζει το μήκος, σε οκτάδες, του ωφέλιμου φορτίου. Είναι ένας 16bit μη προσημασμένος ακέραιος. Στο ωφέλιμο φορτίο συμπεριλαμβάνονται και τα προαιρετικά extension header.

Next Header: 8 bits: Αναγνωρίζει το header που ακολουθεί αμέσως μετά το IPv6 header.

Hop limit: 8bits: Αριθμός 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.

Source address: 128bits: Είναι η διεύθυνση του αποστολέα του πακέτου.

Destination address: 128bits: Είναι η διεύθυνση του παραλήπτη του πακέτου.



Από τα παραπάνω είναι εμφανές ότι προκύπτουν διάφορα ζητήματα όσο αφορά την μετάβαση από το υπάρχον και εδραιωμένο IPv4 στο IPv6. Κλειδί για την επιτυχή μετάβαση είναι η συμβατότητα των δύο πρωτοκόλλων έτσι ώστε να συνυπάρξουν για ένα διάστημα. Συνεπώς πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος ο οποίος να επιτρέπει στα πακέτα του IPv4 να περνάνε μέσα από δίκτυα IPv6 και το αντίθετο.

Τέτοιοι μηχανισμοί είναι:

- Dual-IP layer: Τεχνική που παρέχει πλήρη υποστήριξη και για τα δύο πρωτόκολλα σε χρήστες και routers
- Configured tunneling of IPv6 over IPv4: “τούνελ” από σημείο σε σημείο, φτιαγμένα να εσωκλείουν πακέτα IPv6 σε header IPv4 ώστε να μεταφέρονται σε ένα IPv4 δίκτυο.
- IPv4 compatible IPv6 addresses: Ένα format του IPv6 το οποίο ενσωματώνει διευθύνσεις IPv4

Από τα παραπάνω είναι εμφανές ότι θα υπάρξουν πολλές αλλαγές στα δίκτυα με την είσοδο του IPv6. Το γεγονός της ύπαρξης ενσωματωμένων QoS συστημάτων στο νέο πρωτόκολλο είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα για το VoIP. Μέχρι όμως να υποστηριχτεί πλήρως από όλους το IPv6 ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα tunneling ίσως να υπάρξουν κάποια προβλήματα. Ήδη πρωτόκολλα όπως το Diffserv είναι συμβατά με το νέο πρωτόκολλο, ενώ ενσωματωμένοι μηχανισμοί όπως το ICMPv6 (Internet Control Message Protocol) θα χρησιμοποιούνται από το VoIP για την αναφορά λαθών καθώς και για υποστήριξη multicast εκπομπών. Πρωταρχική ιδέα της τρίτης γενιάς VoIP είναι “οποιαδήποτε τηλεφωνική συσκευή να μπορεί ελεύθερα, εύκολα και αξιόπιστα να επικοινωνεί με οποιαδήποτε άλλο τηλέφωνο, σε οποιοδήποτε σημείο και οποιαδήποτε στιγμή”.

4.9 Η σιωπηρή επανάσταση των νοip

Το κλασικό σταθερό δίκτυο τηλεφωνίας φαίνεται να έχει φτάσει στα όρια της συνταξιοδότησης του. Το πολύ σε δέκα χρόνια το VoIP θα έχει αντικαταστήσει πλήρως την τηλεφωνία μέσω σταθερού δικτύου. Δε θα μείνει ανεπηρέαστο, όμως, όχι μόνο το σταθερό δίκτυο, αλλά και το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας.

Τα τελευταία χρόνια, η τηλεφωνία μέσω internet έχει εδραιωθεί σιωπηρά στην καθημερινή χρήση εκατομμυρίων χρηστών. Μετά τις αρχικές δυσκολίες, η ποιότητα στις προηγμένες χώρες δε διαφέρει από αυτή της σταθερής τηλεφωνίας. Επιπρόσθετα, οι πολύ χαμηλές τιμές ή ακόμη και οι δωρεάν τηλεφωνία προσελκύουν καθημερινώς όλο και περισσότερους χρήστες. Οι ειδικοί συμφωνούν πως η τηλεφωνία μέσω internet δε θα είναι απλώς ένας εναλλακτικός τρόπος τηλεφωνίας, αλλά θα αντικαταστήσει πλήρως την τηλεφωνία μέσω σταθερού δικτύου. Εκεί που διαφωνούν είναι στο πότε θα ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία.

Εδώ και αρκετό καιρό, οι τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί όταν προκύπτουν ανάγκες επένδυσης στο σταθερό δίκτυο τις αποφεύγουν και ενισχύουν τις υποδομές τους στο IP δίκτυο. Οι ευρυζωνικές παροχές ADSL είναι το όχημα της IP τηλεφωνίας, κακές γλώσσες λένε, όμως, πως αντιθέτως η IP τηλεφωνία επιταχύνει τη διεύρυνση του ADSL στην αγορά.

4.10 Πώς γίνεται και το IP δίκτυο είναι σε θέση να είναι φθηνότερο;

Η απάντηση έρχεται από τον τρόπο που λειτουργεί η σταθερή τηλεφωνία. Ενώ το σταθερό δίκτυο πρέπει να «στηθεί» ώστε να καλύπτει όλους τους χρήστες του ανά πάσα στιγμή, μόνο το 10% των δυνατοτήτων του αξιοποιούνται. Το 90% παραμένει σε ετοιμότητα. Αντιθέτως, η IP τεχνολογία είναι σε θέση να αξιοποιεί το 100% μιας υπάρχουσας υποδομής. Αυτό που πολύς κόσμος δε γνωρίζει είναι πως η IP τηλεφωνία θα αλλάξει τα δεδομένα και στην κινητή τηλεφωνία. Είναι θέμα χρόνου να γίνει μέσω της ανερχόμενης WIMAX ασύρματης τεχνολογίας, παρακάμπτοντας το δίκτυο της κινητής.

Η γερμανική εταιρεία AVM ειδικεύεται στην ανάπτυξη, σχεδίαση και κατασκευή πρωτοποριακών τερματικών διατάξεων VoIP, αξιοποιώντας τις κοινές τηλεφωνικές συσκευές που έχει ο καθένας μας στο σπίτι του και δίχως τη χρήση H/Y.

Ανάπτυξη της τηλεφωνίας μέσω internet

- 1874 Ο Graham Belt ανακαλύπτει το τηλέφωνο
- 1959 Πρώτη χρήση μεθόδου συμπίεσης για την καλύτερη αξιοποίηση του διατλαντικού καλωδίου
- 1980 Περιγραφή του internet Protocol(IP)
- 1989 Ο Tim Berners-lee ανέπτυξε το Worldwide Web(www)
- 1995 Πρώτη εφαρμογή VoIP
- 2000 Πρώτοι πάροχοι προσφέρουν τηλεφωνία μέσω δικτύου H/Y και standard h.223
- 2004 Πρώτες συνδιαλέξεις με το πρωτόκολλο SIP, εφικτή τηλεφωνία από voip σε σταθερό τηλέφωνο
- 2005 Εκατομμύρια χρήστες κάνουν χρήση της voip τηλεφωνίας
- 2006...2007...2009...
- 2015 Η IP τηλεφωνία αντικαθιστά πλήρως τη σταθερή τηλεφωνία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Επεξήγηση Όρων

802.11

Πρόκειται για standard ασύρματης τεχνολογία Wi-Fi. Ορίζει ένα σετ από standards για ασύρματα LAN/WLAN το οποίο αναπτύχθηκε από την ομάδα εργασίας 11 του IEEE LAN/MAN standards committee (IEEE 802). Το 802.11b ήταν το πρώτα στάνταρ το οποίο έγινε αποδεκτό ευρέως από την κοινωνία του wireless.

802.1q

Είναι project μέσα στα IEEE 802 στάνταρ το οποίο παρέχει ένα μηχανισμό με τον οποίο επιτρέπεται σε πολλαπλά δίκτυα τα οποία ενώνονται, να χρησιμοποιούν το φυσικό μέσο σύνδεσης χωρίς την διαρροή πληροφοριών ανάμεσα στα δίκτυα. Σε αυτό ορίζεται η έννοια του “εικονικού τοπικού δικτύου” ή Virtual LAN (VLAN)

802.1p

Είναι ένα στάνταρ το οποίο παρέχει επιτάχυνση της κίνησης ανάλογα την κλάση του πακέτου και δυναμικό multicast φιλτράρισμα. Ουσιαστικά, παρέχει ένα μηχανισμό για εισαγωγή QoS σε επίπεδο MAC. Είναι διαθέσιμα μέχρι 8 διαφορετικά επίπεδα προτεραιότητας, χωρίς να υπάρχει κάποιος περιορισμός στο ποιο επίπεδο θα έχει την μεγαλύτερη προτεραιότητα, αν και υπάρχουν συστάσεις από τον οργανισμό IEEE. Χρησιμοποιείται μέσα στο στάνταρ IEEE 802.1d και IEEE 802.1q.

ATA-Analog telephone adapter

Συσκευή η οποία μας επιτρέπει να συνδέσουμε ένα αναλογικό τηλέφωνο σε ένα VoIP δίκτυο.

ATM-Asynchronous Transfer Mode

Είναι ένα πρωτόκολλο για μεταφορά δεδομένων σε δίκτυο με την μέθοδο της πολύπλεξης. Κωδικοποιεί τα δεδομένα σε μικρά πακέτα των 53 bytes. Σε αντίθεση με τα πρωτόκολλα IP και Ethernet, το ATM δημιουργεί μία σταθερή σύνδεση μεταξύ των δύο endpoints πριν αρχίσει την μεταφορά των δεδομένων.

BGP-Border Gateway Protocol

Πρόκειται για το κύριο πρωτόκολλο δρομολόγησης που χρησιμοποιείται στο διαδίκτυο. Λειτουργεί δημιουργώντας και συντηρώντας πίνακες με τις IP των δικτύων έτσι ώστε αυτά να είναι μεταξύ τους προσβάσιμα.

Broadcast

Αποστολή δεδομένων σε όλα τα άτομα μίας ομάδας. Ακριβώς αντίθετο από το unicast. Η αποστολή των δεδομένων γίνεται σε προκαθορισμένη IP διεύθυνση η οποία συνήθως είναι η τελευταία ενός δικτύου.

COPS-Common Open Policy Service

Είναι μία μέθοδος κεντροποιημένης αποθήκευσης και ανάκλησης πολιτικής στο δίκτυο από τους servers του δικτύου, για τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να χειρίζονται διαφορετικά είδη πακέτων.

Frame Relay

Πρόκειται για έναν μηχανισμό μεταφοράς δεδομένων που χρησιμοποιείται για την αποστολή ψηφιακών πληροφοριών σε frames σε έναν ή περισσότερους παραλήπτες. Συνήθως εφαρμόζεται σε δίκτυα LAN ή WAN για την μεταφορά δεδομένων και φωνής.

ISP – Internet Service Provider

Γνωστό και ως internet access provider ή IAP. Είναι μία επιχείρηση ή οργανισμός ο οποίος παρέχει ή πουλάει πρόσβαση στο διαδίκτυο και σχετικές υπηρεσίες.

Γνωστότεροι παροχείς υπηρεσιών ίντερνετ στην Ελλάδα είναι οι εταιρίες HOL, ote-net, forthnet, ενώ τα τελευταία χρόνια με την απελευθέρωση της αγοράς της τηλεφωνίας και την είσοδο ευρωζωνικών έχουν εμφανιστεί νέες εταιρίες όπως η tellas, h telepassport και άλλες.

ITSP - Internet Telephony Service Provider

Πρόκειται για εταιρίες οι οποίες παρέχουν υπηρεσίες τηλεφώνου μέσω δικτύων ή ίντερνετ με την τεχνολογία του VoIP. Οι περισσότεροι ITSPs χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα SIP, H.323 και IAX για να μεταδώσουν τις τηλεφωνικές κλήσεις ως πακέτα δεδομένων IP.

LAN-local area network

Αναφέρεται σε ένα δίκτυο υπολογιστών τοπικού χαρακτήρα, όπως είναι ένα σπίτι, ένα γραφείο ή ένα σύνολο κτιρίων. Τα περισσότερα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούν τεχνολογία Ethernet IEEE 802.3, με ταχύτητες 10, 100 ή 1000 Mbits/s, ή σε τεχνολογία Wi-Fi.

MPLS-MultiProtocol Label Switching

Το πρωτόκολλο αυτό είναι ένας μηχανισμός μεταφοράς δεδομένων. Λειτουργεί μεταξύ του δεύτερου και τρίτου επιπέδου του OSI. Σχεδιάστηκε έτσι ώστε να λειτουργεί τόσο σε δίκτυα κυκλωμάτων, όσο και δίκτυα πακέτων.

Multicast

Είναι η αποστολή δεδομένων προς πολλούς παραλήπτες μιας ομάδας αλλά όχι σε όλους.

Multiplexing

Στα ηλεκτρονικά, στις επικοινωνίες και στα δίκτυα υπολογιστών, ο όρος multiplexing αναφέρεται στην διαδικασία κατά την οποία, πολλά αναλογικά ή ψηφιακά σήματα συνδυάζονται σε μόνο ένα σήμα. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε π.χ. να πραγματοποιούμε πολλές τηλεφωνικές κλήσεις σε μία γραμμή τηλεφώνου.

OSI-Open Systems Interconnection

Αναφέρεται σε ένα αφηρημένο μοντέλο με επίπεδα, για επικοινωνίες και σχεδίαση πρωτοκόλλων δικτύων. Ονομάζεται επίσης και OSI seven layer model επειδή έχει 7 επίπεδα.

PBX-Private Branch eXchange

Πρόκειται για μία συσκευή η οποία επιτρέπει να πραγματοποιούνται τηλεφωνικές κλήσεις σε ένα δίκτυο χωρίς η κλήση να βγαίνει αναγκαστικά στο PSTN. Χρησιμοποιείται κυρίως από εταιρίες οι οποίες θέλουν να δημιουργήσουν ένα δικός τους, εσωτερικό τηλεφωνικό δίκτυο.

PSTN-public switched telephone network

Το δίκτυο του παγκόσμιου τηλεφωνικού δικτύου κυκλωμάτων. Σχεδόν ολόκληρο είναι πλέον ψηφιακό. Τα τεχνικά στάνταρ του ορίστηκαν από την ITU-T.

POTS-Plain old telephone service

Είναι η κύρια υπηρεσία του τηλεφωνικού δικτύου, η πραγματοποίηση δηλαδή τηλεφωνικών κλήσεων.

RTP-Real-time Transport Protocol

Πρωτόκολλο το οποίο ορίζει την μορφή που θα έχει ένα πακέτο το οποίο θα μεταφέρει φωνή ή/και βίντεο μέσω ίντερνετ. Δημιουργήθηκε από την Audio-Video Transport Group της IETF και κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 1996.

PLC-Packet Loss Concealment

Τεχνική με την οποία καλύπτεται το φαινόμενο της απώλειας των πακέτων φωνής στο VoIP. Λειτουργεί καλά μόνο για μικρό αριθμό χαμένων πακέτων και για μικρό χρονικό διάστημα ομιλίας.

RSVP-Resource ReSerVation Protocol

Πρόκειται για ένα πρωτόκολλο το οποίο έχει στόχο να κρατά πόρους σε ένα δίκτυο έτσι ώστε να πετύχει ένα συγκεκριμένο επίπεδο ποιότητας υπηρεσιών για μία εφαρμογή. Δεν είναι ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης επομένως έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί παράλληλα με τέτοια πρωτόκολλα.

SS7-Signaling System #7

Είναι ένα σύνολο από πρωτόκολλα signaling της τηλεφωνίας και χρησιμοποιείται για την δημιουργία μιας μεγάλης πλειοψηφίας τηλεφωνικών κλήσεων.

TCP-Transmission Control Protocol

Είναι ένα από τα κύρια πρωτόκολλα του ίντερνετ, και συχνά αναφέρονται μαζί ως TCP/IP. Χρησιμοποιώντας το TCP, οι εφαρμογές σε ένα δίκτυο μπορούν να δημιουργήσουν συνδέσεις μεταξύ τους και να ανταλλάξουν δεδομένα. Εγγυάται την αξιόπιστη παράδοση των δεδομένων από τον αποστολέα στον αποδέκτη.

TDM-Time-division multiplexing

Μία μέθοδος πολύπλεξης συνήθως ψηφιακής πληροφορίας κατά την οποία δύο ή περισσότερα σήματα μεταφέρονται εικονικά ταυτόχρονα σε ένα κανάλι. Στην πραγματικότητα παίρνουν σειρά και χρησιμοποιεί το κάθε σήμα για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα το μέσο στο οποίο μεταφέρονται.

TOS-Type of Service

Πρόκειται για ένα byte στην επικεφαλίδα ενός IP πακέτου τα οποία χρησιμοποιούνται για διάφορους τρόπους. Συνήθως χρησιμοποιούνται από πρωτόκολλα CoS και τοποθετούν το πακέτο σε μία κλάση έτσι ώστε να έχει συγκεκριμένη μεταχείριση στο δίκτυο.

UDP-User Datagram Protocol

Είναι ένα από τα κύρια πρωτόκολλα του ίντερνετ. Δεν παρέχει μηχανισμούς αξιοπιστίας ή διόρθωσης λαθών όπως το TCP. Χρησιμοποιείται κυρίως για μετάδοση φωνής, video και σε online παιχνίδια όπου η αξιοπιστία δεν είναι το κυρίαρχο θέμα.

Unicast

Η αποστολή δεδομένων σε μόνο ένα άτομο μίας ομάδας. Το unicast είναι ακριβώς αντίθετο από το broadcast.

VAD-Voice activity detection

Αλγόριθμος που χρησιμοποιείται στην επεξεργασία φωνής, έτσι ώστε να καθοριστεί αν υπάρχει ή όχι ομιλία. Χρησιμοποιείται σε εφαρμογές VoIP για εξοικονόμηση bandwidth.

VLAN-virtual LAN

Εικονικό LAN είναι μία μέθοδος με την οποία δημιουργούνται ανεξάρτητα εικονικά δίκτυα μέσα σε ένα φυσικό δίκτυο. Με αυτόν τον τρόπο μία ομάδα υπολογιστών λειτουργεί σαν να είναι συνδεδεμένη με ένα κοινό καλώδιο ακόμα και αν ανάμεσα τους υπάρχουν και άλλα στοιχεία. Πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η μεγαλύτερη ασφάλεια και η ευκολία μετακίνησης υπολογιστών αφού το VLAN βασίζεται σε λογισμικό και όχι σε hardware.

WAN-wide area network

Πρόκειται για δίκτυα που εκτείνονται σε πολύ μεγάλες αποστάσεις όπως μιας πολιτείας ή μιας χώρας.

WEP-Wired Equivalent Privacy

Στάνταρ ασφαλείας το οποίο είναι μέρος του IEEE 802.11 για ασύρματα δίκτυα. Είχε σαν σκοπό την παροχή εμπιστευτικότητας σε ασύρματα δίκτυα παρόμοια με εκείνη των ενσύρματων δικτύων. Πλέον όμως δεν παρέχουν ασφάλεια καθώς έχει ξεπεραστεί η τεχνολογία του.

WPA-Wi-Fi Protected Access

Δημιουργήθηκε το 2003 για να αντικαταστήσει το WEP μετά από την εύρεση σοβαρών κενών ασφαλείας. Συνεργάζεται την πλειοψηφία των στάνταρ του IEEE 802.11i.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Βιβλιογραφία

1) Voice over IPv6 Architectures for Next Generation VoIP Networks

Daniel Minoli

ISBN: 075068206X

2) Switching to VoIP

Theodore Wallingford

ISBN: 0596008686

Βιβλιογραφία μέσω PDF

1) IPSec and VoIP

2) NAT Traversal

3) Iax

4) Tcp nat

5) X-Lite3.0_UserGuide

6) SJphone_UserGuide

Βιβλιογραφία μέσω Διαδικτύου

Διευθύνσεις

- 1) http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
- 2) <http://www.voip-info.org/wiki/>
- 3) <http://asteriktutorials.com/>
- 4) <http://www.skype.com>