



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Π.Μ.Σ. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ANDROID ΓΙΑ
INTERNET-BASED ΚΛΗΣΕΙΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΕΣ
ΣΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ SIP»**

ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ ΚΑΜΠΥΛΑΥΚΑΣ

10060

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στη δομή και λειτουργία των τηλεπικοινωνιακών δικτύων που οφείλονται στη ραγδαία εξέλιξη του internet και των εφαρμογών που βασίζονται στο Internet Protocol (IP). Από τη μία, το χαμηλότερο κόστος των δικτύων μεταγωγής πακέτων και από την άλλη, η βελτίωση ποιότητας και η αξιοπιστία της φωνής πέρα από αυτά τα δίκτυα επιτάχυναν την ολοκλήρωση των υπηρεσιών φωνής και δεδομένων. Η ενοποίηση των ξεχωριστών δικτύων μετάδοσης φωνής δεδομένων συνέβαλε στην ελάττωση του κόστους επικοινωνίας. Έτσι, το γνωστό τηλεφωνικό δίκτυο που σκοπό είχε τη μεταφορά ακουστικού σήματος άρχισε να εμπλουτίζεται με νέες υπηρεσίες όπως διακίνηση δεδομένων και εικόνων ενώ εμφανίσθηκαν ταυτόχρονα καινούρια δίκτυα κατάλληλα για την ανταλλαγή των πληροφοριών.

Η παρούσα διπλωματική αναφέρεται σε τεχνολογίες VoIP, όπου θεωρούνται οι αντικαταστάτες του παραδοσιακού τηλεφωνικού συστήματος μεταγωγής κυκλώματος PSTN. Ως VoIP ονομάζουμε μια ομάδα τεχνολογιών και πρωτοκόλλων με τις οποίες είναι εφικτή η επικοινωνία δύο ή περισσότερων απομακρυσμένων μεταξύ τους, χρηστών με μεταφορά ήχου/εικόνας μέσω IP δικτύων όπως το Internet. Οι VoIP εφαρμογές συνήθως ταξινομούνται σύμφωνα με τα υποστηριζόμενα πρωτόκολλα που υλοποιούν όπως τα H.323, SIP, Megaco H.248, MGCP. Ανάμεσα σε αυτά τα πρωτόκολλα το SIP θεωρείται από τα πλέον ιδανικά για VoIP συστήματα.

Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι η μελέτη του SIP πρωτοκόλλου καθώς και η σχεδίαση-ανάπτυξη VoIP εφαρμογής υλοποιήσιμης στην Android πλατφόρμα. Η εφαρμογή θα επιτρέπει τη διαχείριση συνόδων μεταξύ δύο μερών με χρήση σηματοδότησης βασισμένης στο πρωτόκολλο SIP. Η εφαρμογή περιλαμβάνει κυρίως την πλευρά του πελάτη, ενώ για την πλευρά του εξυπηρετητή αξιοποιήθηκαν και παραμετροποιήθηκαν υπάρχουσες τεχνολογίες.

Η διπλωματική εργασία χωρίζεται σε τρεις ενότητες. Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει τα κεφάλαια 1-7. Η εργασία ξεκινά με μια σύντομη ιστορική αναδρομή στην τηλεφωνία ενώ συνεχίζει στο δεύτερο κεφάλαιο παρέχοντας στον αναγνώστη συνοπτικές πληροφορίες για τη φυσική του ήχου και του καναλιού επικοινωνίας. Τα βασικά χαρακτηριστικά των δικτύων επικοινωνιών περιγράφονται στο τρίτο κεφάλαιο, ενώ στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια αναλυτική περιγραφή των διαφόρων πρωτοκόλλων και των αρχιτεκτονικών που χρησιμοποιούνται σήμερα, δίνοντας έμφαση στο SIP πρωτόκολλο και στις ιδιαιτερότητές του. Στο κεφάλαιο πέντε παρουσιάζονται επτά πρωτόκολλα που σχετίζονται και υποστηρίζουν το SIP όπως το MGCP, SAP και JMP ενώ γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στα RTP/RTCP και SDP τα οποία είναι στενά συνδεδεμένα με το SIP.

Το δεύτερο μέρος αποτελείται από τα κεφάλαια 6 και 7. Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται αναλυτικά η τεχνολογία VoIP με τα κυριότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά της ενώ στο κεφάλαιο 7 γίνεται αναφορά στις νέες δυνατότητες επικοινωνίας που προσφέρονται μέσω της πλατφόρμας Android.

Το τελευταίο μέρος περιλαμβάνει τα κεφάλαια 8 και 9. Στο κεφάλαιο 8 προσδιορίζονται οι στόχοι της εφαρμογής, γίνεται διεξοδική ανάλυση των επί μέρους λειτουργιών της ενώ σχεδιάζεται και υλοποιείται πρωτότυπο σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Η δοκιμή του πρωτοτύπου και τα αποτελέσματα προκαθορισμένων πειραμάτων παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 9, παράλληλα με μια σειρά βελτιώσεων που προτείνονται για την μελλοντική ανάπτυξη της εφαρμογής.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	1
1.2	ΑΠΟ ΤΑ ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ ΣΤΑ ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ	3
2	ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΥΠΟΒΑΘΡΟ	6
2.1	Η ΦΥΣΙΚΗ ΤΟΥ ΗΧΟΥ	6
2.1.1	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ.....	6
2.1.2	ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΟΥ ΗΧΟΥ	6
2.2	ΤΟ ΚΑΝΑΛΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ	7
3	ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ	9
3.1	ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ & ΠΑΚΕΤΟΥ.....	9
3.1.1	ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ.....	10
3.1.2	ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΠΑΚΕΤΩΝ	11
3.2	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΑΚΕΤΟΥ.....	17
4	ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ & ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ	18
4.1	ΜΟΝΤΕΛΟ OSI (OPEN SYSTEM INTERCONNECTION).....	19
4.2	TCP/IP(TRANSPORT CONTROL PROTOCOL/INTERNET PROTOCOL).....	19
4.3	ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ	22
4.4	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ H.323 – SIP.....	23
4.4.1	ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ H.323	23
4.4.2	ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ SIP	29
4.4.3	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝΙΚΩΝ H.323 - SIP	43
5	ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ	44
5.1	MGCP (MEDIA GATEWAY CONTROL PROTOCOL)	44
5.1.1	ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΕΡΜΑΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ	44
5.1.2	ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΚΑΙ ΣΗΜΑΤΑ (EVENTS & SIGNALS)	45
5.1.3	ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	45
5.1.4	ΕΝΤΟΛΕΣ MGCP.....	45
5.2	RTP/RTCP	46
5.2.1	ΔΟΜΗ RTP ΠΑΚΕΤΟΥ	47
5.2.2	ΔΟΜΗ RTCP ΠΑΚΕΤΟΥ.....	50
5.3	REAL TIME STREAMING PROTOCOL (RTSP).....	57
5.3.1	RTSP URLs.....	58
5.3.2	ΜΗΝΥΜΑΤΑ RTSP	58
5.3.3	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	59
5.3.4	ΣΥΝΟΔΟΣ RTSP	59
5.3.5	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ RTSP	59
5.4	SDP	60
5.4.1	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ SDP	61
5.4.2	PAYLOAD TYPES ΓΙΑ STANDARD AUDIO/VIDEO	63
5.5	JMF.....	64
5.5.1	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ JMF.....	64
5.5.2	JMF/RTP	66
5.6	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΔΗΜΟΣΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΝΟΔΟΥ (SAP).....	69
5.7	RESOURCE RESERVATION PROTOCOL RSVP	70

6	ΚΕΦΑΛΑΙΟ-INTERNET BASED ΚΛΗΣΕΙΣ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ VOIP	76
6.1	Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ VoIP (VOICE over IP)	76
6.2	Η ΠΥΛΗ VOIP (VOIP GATEWAY)	77
6.3	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ VOIP	78
6.4	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ VOIP	79
6.5	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ VOIP	80
7	ΚΕΦΑΛΑΙΟ-SMARTPHONES	83
7.1	SMARTPHONES	83
7.2	Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ANDROID	83
7.2.1	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	83
7.2.2	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ	85
7.2.3	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ANDROID	86
8	ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ	88
8.1	ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΟΧΩΝ	88
8.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	89
8.3	ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ	91
8.3.1	ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ CALL UI	91
8.3.2	ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ SETTINGS UI	93
8.3.3	ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	95
8.3.4	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΩΝ ΚΛΑΣΕΩΝ	96
8.3.5	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΑΣΙΚΩΝ PERMISSIONS	96
8.3.6	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ	97
8.3.7	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΩΝ ΡΟΥΤΙΝΩΝ	97
9	ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ	98
9.1	ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ	98
9.1.1	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ANDROID	98
9.1.2	ΕΓΓΡΑΦΗ (REGISTRATION) ΣΕ ΠΑΡΟΧΟ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ VOIP	98
9.2	ΕΝΑΡΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	100
9.3	ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ (TESTS)	103
9.4	ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ	104
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	106
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I - ΣΥΣΤΑΣΗ H.323	106
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II - ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΕΣ SIP ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ	114
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III - ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΓΝΩΣΤΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ SIP	118
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV - ΑΠΟΚΤΗΣΗ VoIP ΑΡΙΘΜΟΥ	120
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V - ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	124
	ΠΗΓΕΣ/ΑΝΑΦΟΡΕΣ	134

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ



Από τα προϊστορικά ακόμα χρόνια ήταν φανερή η ανάγκη των ανθρώπων για επικοινωνία, η οποία μέχρι και τον Μεσαίωνα βασιζόταν σε δύο βασικά είδη τηλεπικοινωνιών: την οπτική τηλεπικοινωνία και την ακουστική. Η ανάγκη του ανθρώπου για πιο άμεσους και εξελιγμένους τρόπους επικοινωνίας οδήγησε στην εμφάνιση του παλιότερου γνωστού συστήματος ψηφιακής τηλεπικοινωνίας, τις Φρυκτωρίες.

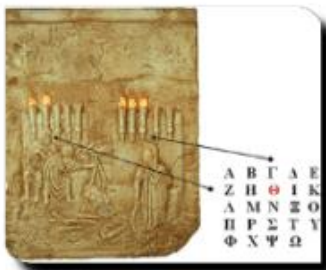


Φρυκτωρίες - Δίκτυα επικοινωνιών στην Αρχαία Ελλάδα.
(Τεχν. Μουσείο Θεσ/νίκης)

Οι Φρυκτωρίες (Εικόνα 1) ουσιαστικά ήταν πύργοι αναμετάδοσης οπτικών σημάτων και αποτέλεσαν μέσο που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη συστήματος μεταβίβασης φωτεινών σημάτων στην περιοχή της αρχαίας Ελλάδας.

Ήταν εγκατεστημένες κυρίως σε κορυφές βουνών. Το άναμμα της πρώτης φρυκτωρίας ακολουθούσαν διαδοχικά οι υπόλοιπες, δημιουργώντας έτσι μία γραμμή επικοινωνίας.

Εφευρέτης των δικτύων φέρεται ο Παλαμίδης ο οποίος ανέπτυξε το δίκτυο επικοινωνιών της περιόδου του Τρωικού πολέμου 1195-1184 π.χ. και χρησιμοποιήθηκαν και για στρατιωτικούς σκοπούς από την εποχή του Τρωϊκού Πολέμου έως τους βυζαντινούς χρόνους.



Εικόνα 1: Φρυκτωρίες

Φωτεινά σήματα ανταλλάσσονται τη νύχτα στη θάλασσα μεταξύ των πλοίων, ή μεταξύ πλοίων και ξηράς, και τα περισσότερα αντιστοιχούσαν σε προσυμφωνημένα μηνύματα. Σε πολλά σημεία που υπήρχαν φρυκτωρίες, ειδικά στα παράλια και ακρωτήρια χερσονήσων και νησιών, σήμερα έχουν τοποθετηθεί φάροι γεγονός που επιβεβαιώνει την αξία των σημείων αυτών ως θέσεων μεγάλης ορατότητας.

Σε ανάγλυφο χάρτη της Ελλάδας μπορεί να δει ο επισκέπτης το φωτεινό σήμα να περνάει από βουνοκορφή σε βουνοκορφή, από την Τροία στις Μυκήνες ή από την Κωνσταντινούπολη στο Μυστρά, και το εκπληκτικό είναι ότι στις ίδιες ακριβώς βουνοκορφές, έχουν εγκατασταθεί σήμερα οι σταθμοί αναμετάδοσης του σύγχρονου τηλεπικοινωνιακού δικτύου.

Πολλοί, λοιπόν, ήταν εκείνοι που στα ύστερα χρόνια τις βελτίωσαν ή έκαναν εφευρέσεις βασισμένες πάνω σε αυτές. Αρκετά χρόνια αργότερα, με την βιομηχανική επανάσταση η ανάγκη για ένα γρήγορο και αξιόπιστο μέσο επικοινωνίας είχε γίνει πλέον επιτακτική. Έτσι δεν άργησε να εμφανιστεί ο σπουδαιότερος πρόδρομος του τηλεφώνου ο τηλεγράφος(Εικόνα II).



Εικόνα II: Τηλέγραφοι

Η ιδέα του τηλεγράφου αν και προέρχεται, όπως είδαμε προηγουμένως, από τα αρχαία χρόνια υλοποιήθηκε το 1774 από τον Ελβετό George Luis που κατασκεύασε μια πρώιμη μορφή τηλεγράφου, αργότερα εμφανίστηκαν οι τηλεγράφοι του Semmering (1810), του Ampere και των Cooke και Wheaton. Ο Αμερικανός, όμως, Samuel Morse (1791-1872) το 1837 παρουσίασε τον τηλεγράφο του που είχε την δυνατότητα να μεταδίδει μηνύματα σε πολύ μακρινές αποστάσεις γρήγορα και χωρίς μεγάλο κόστος. Το πρώτο μήνυμα από αυτόν τον τηλεγράφο στάλθηκε το 1844 από την Ουάσιγκτον στην Βαλτιμόρη.



Εικόνα III: Τηλεφωνικές συσκευές από τα χρόνια του Μπέλ μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα.

Το έτος 1875 επαναλήφθηκε η ιστορία με τον Morse και τον τηλεγράφο: Ένας φαινομενικά άσχετος με την Τεχνική, ο καθηγητής φυσιολογίας της φωνής, Alexander Graham Bell (Μπέλ, 1847-1922), παρουσίασε ένα σύστημα τηλεμετάδοσης της ανθρώπινης ομιλίας, ένα τηλέφωνο(Εικόνα III). Για την ακρίβεια, ο Μπέλ επινόησε τον ηλεκτρομαγνητικό μετατροπέα ήχου· στο στενό σημείο ενός χωνιού τοποθέτησε μια λεπτή μεταλλική μεμβράνη και ακριβώς δίπλα της βρισκόταν ένα πηνίο, τυλιγμένο σε μία μαγνητική ράβδο. Οι ταλαντώσεις της μεμβράνης από τα ηχητικά κύματα παρήγαγαν στο πηνίο ασθενή ηλεκτρική τάση. Στην άλλη άκρη η ίδια διάταξη λειτουργούσε ως μεγάφωνο. Οι μεταβολές του ρεύματος στο πηνίο προκαλούσαν ταλαντώσεις στη μεμβράνη, η οποία δημιουργούσε έτσι ηχητικά κύματα.

Μετά την εφεύρεση όμως του μικροφώνου από τον Αμερικανό Χίγκες το 1877, το τηλέφωνο άρχισε να εξελίσσεται και να χρησιμοποιείται για τη σύνδεση μακρινών αποστάσεων. Το μικρόφωνο αυτό περιλάμβανε μικρή ράβδο από άνθρακα η οποία

περιβαλλόταν από δυο στρώματα άνθρακα. Στην αρχή μικρόφωνο και ακουστικό ήταν τοποθετημένα μαζί. Το τηλέφωνο πέρασε διάφορες εξελίξεις για να φτάσει στη σημερινή του μορφή.

Η εφεύρεση του Μπελ ήταν η αρχή για μία ραγδαία εξέλιξη της τηλεφωνίας: Ήδη το έτος 1878 ιδρύθηκε στο New Haven των ΗΠΑ το πρώτο δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο με 21 συνδρομητές. Το 1881 εγκαταστάθηκε το πρώτο τηλεφωνικό δίκτυο της Ευρώπης στο Άμστερνταμ με 49 συνδρομητές. Στα πρώτα χρόνια λειτουργούσαν όλα τα τηλεφωνικά δίκτυα με κλήση στο κέντρο και παραγγελία της σύνδεσης. Συγκεκριμένα, αν ήθελε κάποιος να τηλεφωνήσει, σήκωνε το ακουστικό και γύριζε τη μανιβέλα του επαγωγέα. Με αυτό τον τρόπο έφτανε ένα σήμα στην τηλεφωνήτρια, η οποία μετέτρεπε την παραγγελία για επικοινωνία με κάποιο συνδρομητή σε σύνδεση στον κεντρικό τηλεφωνικό πίνακα. Η αυτόματη τηλεφωνία άρχισε να λειτουργεί κάποια χρόνια αργότερα και διαδόθηκε σταδιακά. Από το 1895 λειτούργησε η πρώτη διεθνής σύνδεση μεταξύ Ολλανδίας και Βελγίου. Στην Ελλάδα το πρώτο τηλεφωνικό κέντρο κατασκευάστηκε το 1931 και με σύμβαση που έκανε το κράτος με τη γερμανική εταιρεία Siemens κατασκευάστηκαν τα πρώτα αυτόματα τηλεφωνικά κέντρα. Στις 23 Οκτωβρίου του 1949 λαμβάνει χώρα η πρώτη επίσημη κρατική εισαγωγή της τηλεφωνίας στην Ελλάδα. Είναι η μέρα όπου ιδρύεται ο Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών Ελλάδας - Ο.Τ.Ε. (Ν.Δ.1049/49) και 10 Νοεμβρίου 1949 γίνονται τα επίσημα εγκαίνια των εργασιών του Ο.Τ.Ε. Το 1965 αυτοματοποιείται το υπεραστικό τηλεφωνικό δίκτυο της χώρας και το 1968 ποντίζεται το υποβρύχιο καλώδιο Ελλάδας - Ιταλίας, MED-3. Το 1970 τοποθετείται η πρώτη κεραία του Κέντρου Δορυφορικών Επικοινωνιών Θερμοπυλών (η 6η στην Ευρώπη) και στις 20 Νοεμβρίου 1989 λειτουργεί στην Πάτρα το πρώτο πλήρες ψηφιακό τηλεφωνικό κέντρο του συστήματος AXE-10/ERICSSON.

1.2 ΑΠΟ ΤΑ ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ ΣΤΑ ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Καθώς το τηλέφωνο εξελισσόταν και έπαιρνε μια ολοένα και σημαντικότερη θέση στην καθημερινότητα του απλού ανθρώπου, είχαν ήδη αρχίσει να γίνονται τα πρώτα βήματα για την μια από τις σημαντικότερες ανακαλύψεις του 20^{ου} αιώνα το Διαδίκτυο (Internet).



Το 1946, μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, οι Ηνωμένες Πολιτείες χρειάζονταν μια συσκευή η οποία να βοηθά τους στρατιωτικούς στους υπολογισμούς για να βρίσκουν τα όπλα τους το στόχο με μεγαλύτερη ακρίβεια. Για πρώτη φορά δημιουργήθηκε ένα τεράστιο μηχάνημα που αντί για μηχανικά μέρη χρησιμοποιούσε ηλεκτρονικές λυχνίες , κατασκευασμένες από τον Lee DeForest (Εικόνα IV).

Εικόνα IV: ENIAC.

Ο πρώτος ηλεκτρονικός υπολογιστής ονομάστηκε ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator). Ο ENIAC που κατασκευάστηκε από τους Μόκλι και Έκερτ ήταν τεράστιος σε μέγεθος (καταλάμβανε έναν ολόκληρο όροφο), και έπρεπε να τον

ελέγχουν συνεχώς ειδικοί επιστήμονες. Συχνά, επίσης, καίγονταν οι λυχνίες του και έπρεπε να τις αντικαθιστούν. Ακόμα και ο πιο ταπεινός σημερινός υπολογιστής είναι χιλιάδες φορές καλύτερος από τον ENIAC ως προς τις δυνατότητες. Τα χρόνια που ακολούθησαν χαρακτηρίστηκαν από μια συνεχή εξέλιξη των υπολογιστών όπως:

- 1^η Γενιά Υπολογιστών (1946-1956) στην οποία δημιουργήθηκε για πρώτη φορά ένα τεράστιο μηχάνημα που αντί για μηχανικά μέρη χρησιμοποιούσε ηλεκτρονικές λυχνίες (κατασκευή ENIAC).
- 2^η Γενιά υπολογιστών (1956-1963) την περίοδο αυτή οι λυχνίες αντικαθίστανται από τρανζίστορ. Οι ηλεκτρονικές αυτές κατασκευές (κρυσταλλοτριόδοι, όπως τις ονομάζουν οι ηλεκτρονικοί), επιτρέπουν τη δημιουργία μικρότερων και ταχύτερων υπολογιστών. Το 1956 στο Ίδρυμα Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (M.I.T.) κατασκευάστηκε ο πρώτος Ηλεκτρονικός Υπολογιστής που λειτουργούσε με τρανζίστορ, ο TX-0.
- 3^η Γενιά υπολογιστών (1964-1971) Το 1958, ο Jack Kilby της εταιρείας Texas Instruments, κατάφερε να δημιουργήσει κάτι που θα άλλαζε τον κόσμο των ηλεκτρονικών για πάντα. Κατασκεύασε το πρώτο Ολοκληρωμένο Κύκλωμα συνδυάζοντας τρανζίστορ, πυκνωτές, αντιστάτες και άλλα ηλεκτρονικά εξαρτήματα όλα τοποθετημένα στο ίδιο κομμάτι από πυρίτιο. Το δημιούργημα του Kilby επέτρεψε στους επιστήμονες να κατασκευάσουν υπολογιστές τόσο μικρούς ώστε να μπορούμε ακόμη και να τους μεταφέρουμε.
- 4^η Γενιά υπολογιστών (1971-Σήμερα) Οι υπολογιστές που έχουμε σήμερα ανήκουν στην 4η Γενιά. Ο κάθε ένας από αυτούς είναι εφοδιασμένος με Επεξεργαστή (CPU), έχει τη δική του Μνήμη, μονάδα αποθήκευσης πληροφοριών, οθόνη, και κάποιο είδος μέσου για να δίνουμε πληροφορίες στον υπολογιστή (πληκτρολόγιο, πενάκι, ποντίκι κλπ). Σύμφωνα με το νόμο του Moore, κάθε 18 περίπου μήνες, η ισχύς των παραγόμενων υπολογιστών διπλασιάζεται. Έτσι, γίνεται αντιληπτό γιατί ένας υπολογιστής που αγοράζεται σήμερα είναι (περίπου) δύο φορές ταχύτερος από έναν υπολογιστή της ίδιας "κατηγορίας" που αγοράστηκε πριν ενάμιση χρόνο.

Παράλληλα με την παραπάνω εξέλιξη των υπολογιστών σημειώθηκε ταυτόχρονα και ο εκσυγχρονισμός των ενσύρματων (από το καλώδιο σύστροφου ζεύγους στην οπτική ίνα) και ασύρματων (από την εκπομπή και λήψη ραδιοκυμάτων στην εκτόξευση δορυφόρων και επικοινωνία μέσω μικροκυμάτων) δικτύων.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στη δομή και λειτουργία των τηλεπικοινωνιακών δικτύων που οφείλονται στη ραγδαία εξέλιξη του internet και των εφαρμογών που βασίζονται στο Internet Protocol (IP). Από τη μία, το

χαμηλότερο κόστος των δικτύων μεταγωγής πακέτων και από την άλλη, η βελτίωση ποιότητας και η αξιοπιστία της φωνής πέρα από αυτά τα δίκτυα επιτάχυναν την ολοκλήρωση των υπηρεσιών φωνής και δεδομένων. Η ενοποίηση των ξεχωριστών δικτύων μετάδοσης φωνής δεδομένων συνέβαλε στην ελάττωση του κόστους επικοινωνίας. Έτσι, το γνωστό τηλεφωνικό δίκτυο που σκοπό είχε τη μεταφορά ακουστικού σήματος άρχισε να εμπλουτίζεται με νέες υπηρεσίες όπως διακίνηση δεδομένων και εικόνων ενώ εμφανίσθηκαν ταυτόχρονα καινούρια δίκτυα κατάλληλα για την ανταλλαγή των πληροφοριών.

Στην παρούσα διπλωματική αναλύεται η τηλεφωνία μέσω διαδικτύου (IP Telephony) και συγκεκριμένα η ανάλυση του SIP πρωτοκόλλου σηματοδότησης ενώ παρουσιάζεται η ανάπτυξη κατάλληλης VoIP τεχνολογίας βασισμένη στο SIP πρωτόκολλο για Android τερματικές συσκευές.

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 Η ΦΥΣΙΚΗ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

2.1.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

Το σύνολο των συχνοτήτων των φυσικών και τεχνητών μηχανικών κυμάτων που μπορεί να αντιληφθεί άμεσα ή έμμεσα ο άνθρωπος, ονομάζεται ήχος.

Ένα ηχητικό κύμα χαρακτηρίζεται από φυσικές ιδιότητες όπως συχνότητα, περίοδος, μήκος κύματος, πλάτος ταλάντωσης, χρόνος και κυματομορφή. Από αυτές τις ιδιότητες πηγάζουν τέσσερα χαρακτηριστικά που αποσκοπούν στην περιγραφή ενός ήχου από μουσικοακουστικής προσέγγισης και είναι τα εξής: ύψος, ένταση, διάρκεια και χροιά (Seashore, 1967, σ.16).

Η συχνότητα εκφράζει την ταχύτητα ταλάντωσης και μετράται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο (Hertz, Hz). Γρηγορότερες ταλαντώσεις επιφέρουν υψηλότερους - οξύτερους - ήχους, ενώ βραδύτερες ταλαντώσεις επιφέρουν χαμηλότερους - βαρύτερους - ήχους. Ως ένταση αποκαλείται το πόσο ισχυρή ή ασθενής είναι η ταλάντωση ενός σώματος. Πλατύτερες ταλαντώσεις επιφέρουν ηχητικά κύματα με μεγαλύτερη ένταση, σε σύγκριση με ταλαντώσεις μικρότερου πλάτους των οποίων το προϊόν είναι ήχοι ασθενέστεροι. Η διάρκεια ορίζει τον συνολικό χρόνο για τον οποίο ένας ήχος γίνεται αντιληπτός. Ένας ήχος είναι μακρότερος από έναν άλλο, βραχύτερο, όταν η αντιληπτή διάρκεια είναι συγκριτικά μεγαλύτερη. Με βάση την κυματομορφή, οι ήχοι ταξινομούνται σε απλούς ή σύνθετους, και σε περιοδικούς ή μή περιοδικούς - το ημιτονοειδές κύμα είναι ένα παράδειγμα απλού και περιοδικού ηχητικού κύματος, ενώ ο λευκός θόρυβος είναι ήχος σύνθετος και μή περιοδικός.

Από την κυματομορφή ενός ήχου πηγάζει το χαρακτηριστικό της χροιάς, το οποίο και εκφράζει την ποιότητα ενός ηχητικού κύματος - πρόκειται για το χαρακτηριστικό εκείνο που προσδιορίζει την ταυτότητα της ηχητικής πηγής και κάνει εφικτό τον διαχωρισμό μεταξύ δύο διαφορετικών ηχητικών πηγών. Τα ηχητικά κύματα δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι - μπορούν να εμφανισθούν στην επιφάνεια ενός υγρού, και να καταγραφούν από ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά μέσα ηχογράφησης.

2.1.2 ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

Η αντίληψη του ήχου αποτελεί βασική αίσθηση σε πολλούς οργανισμούς και πραγματοποιείται μέσω της ακοής. Το ανθρώπινο αυτί είναι ένα αξιοθαύμαστο όργανο που μπορεί να ανιχνεύσει συχνότητες από 15 Hz μέχρι 20.000 Hz, ηχητικής ισχύος από 10^{-12} Watts μέχρι 15 Watts, ($10 \log 15/10^{-12} = 132$ dB). Το εύρος αυτό διαφέρει και σε μεγαλύτερες ηλικίες παρατηρείται μείωση της αντίληψης υψηλών συχνοτήτων. Ήχοι

με συχνότητα κάτω ή άνω των ορίων αυτών ονομάζονται υπόηχοι ή υπέρηχοι αντιστοίχως και δεν γίνονται αντιληπτοί από το ανθρώπινο αυτί. Σε άλλους οργανισμούς το φάσμα της ακοής διαφέρει - στον σκύλο το εύρος ακοής εκτείνεται μεταξύ 40 Hz και 60.000 Hz.

2.2 ΤΟ ΚΑΝΑΛΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Τα κανάλια επικοινωνίας είναι φυσικές δίοδοι, που επιτρέπουν σε σήματα κωδικοποιημένα μέσω μίας συγκεκριμένης φυσικής ποσότητας, να μεταδοθούν κατά μήκος τους· έτσι επιτυγχάνονται οι τηλεπικοινωνίες. Τα κανάλια που συναντώνται στην πράξη είναι τα ενσύρματα ηλεκτρικά (χάλκινα καλώδια σύστροφου ζεύγους ή ομοαξονικά), τα ενσύρματα οπτικά (οπτικές ίνες) και τα ασύρματα (ο ελεύθερος χώρος). Οι αντίστοιχες μεταβαλλόμενες φυσικές ποσότητες είναι η τάση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το καλώδιο και η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου. Άρα το φυσικό μέσο χάρη στις ιδιότητες του οποίου μεταδίδεται η πληροφορία, είναι αντίστοιχα ο ηλεκτρισμός (ηλεκτρόνια), το φως (φωτόνια) και το ηλεκτρομαγνητικό κύμα (φωτόνια).

Κάθε κανάλι μπορεί να μεταδώσει, χωρίς σημαντικές απώλειες ισχύος, σήματα που περιέχουν συχνότητες μόνο εντός ενός συγκεκριμένου εύρους· αυτό είναι το εύρος ζώνης του καναλιού. Αν ο μετασχηματισμός Φουριέ ενός σήματος δείξει ότι αυτό περιέχει συχνότητες εκτός του διαθέσιμου από το κανάλι εύρους ζώνης, τότε μετά την κωδικοποίηση, αλλά πριν τη μετάδοση, απαιτείται το σήμα να υποστεί διαμόρφωση, μία διεργασία που προσαρμόζει κατάλληλα το τελευταίο, ώστε να εμπίπτει στο εύρος ζώνης του καναλιού. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων αυτό γίνεται με το αρχικό σήμα (σήμα βασικής ζώνης) να πολλαπλασιάζεται με ένα δεύτερο, συνεχώς ταλαντούμενο, υψίσυχο ημιτονοειδές σήμα, χωρίς ενσωματωμένη πληροφορία, το φέρον, και με το προκύπτον σήμα (σήμα-RF ή διαμορφωμένο σήμα) να μεταδίδει έτσι τα δεδομένα. Συνήθως η ίδια μέθοδος προσδιορίζει ταυτόχρονα και την κωδικοποίηση και τη διαμόρφωση (αν αυτή απαιτείται), οπότε τα όρια μεταξύ τους είναι δυσδιάκριτα. Οι μέθοδοι αυτές εκτελούνται μέσω ηλεκτρονικών διατάξεων στον πομπό και αντιστρέφονται στον παραλήπτη, επίσης από ηλεκτρονικές διατάξεις. Ας σημειωθεί ότι το διαμορφωμένο σήμα είναι αναλογικό ενώ το σήμα προκύπτει από απλή κωδικοποίηση είναι ψηφιακό (στην πραγματικότητα τα ψηφιακά σήματα προσεγγίζονται από κατάλληλα αναλογικά, καθώς μαθηματικά προκύπτει ότι ένα αυθεντικό ψηφιακό σήμα απαιτεί άπειρο εύρος ζώνης).

Σύμφωνα με τη θεωρία πληροφοριών, η πληροφορία (η ροή bit στις ψηφιακές επικοινωνίες) είναι μέτρο της εντροπίας ενός σήματος, οπότε από όσο περισσότερες συχνότητες αποτελείται ένα σήμα (εύρος ζώνης) τόσο περισσότερη πληροφορία φέρει στον ίδιο χρόνο και άρα τόσο μεγαλύτερος είναι ο ρυθμός με τον οποίον μεταδίδεται η πληροφορία που αυτό περιέχει. Μαθηματικά αυτό προκύπτει από το Θεώρημα του Σάνον. Παράλληλα, κάθε φυσικό μέσο και κανάλι επικοινωνίας έχει συγκεκριμένη χωρητικότητα (μέγιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων μέσω αυτού) η οποία εξαρτάται από το δικό του εύρος ζώνης. Επίσης, όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος ζώνης του καναλιού, τόσα διαφορετικά Δf μπορούν να περάσουν παράλληλα, με κάποια μέθοδο πολυπλεξίας συχνότητας ή χρόνου, οπότε τόσα περισσότερα

διαφορετικά σήματα μπορούν να μεταδοθούν ταυτόχρονα από το κανάλι. Το εύρος ζώνης ενός σήματος συνήθως εξαρτάται άμεσα από τη μέγιστη συχνότητα που περιέχεται σε αυτό και η οποία καθορίζει πόσο «πυκνά» είναι τοποθετημένα τα σύμβολα στην κυματομορφή: όσο μεγαλύτερη είναι η μέγιστη συχνότητα ενός σήματος, τόσο ταχύτερα αυτό δύναται να μεταβάλλεται και άρα τόσο λιγότερο χρόνο «καταλαμβάνει» η μετάδοση ενός συμβόλου σε αυτό, άρα τόσο μεγαλύτερα είναι και το εύρος ζώνης και ο ρυθμός μετάδοσης του σήματος. Τα αδιαμόρφωτα ψηφιακά σήματα έχουν όλα περίπου το ίδιο εύρος ζώνης, αν και σε κάθε σήμα η ισχύς κατανέμεται διαφορετικά στις διάφορες συχνότητες, και οι διάφορες μέθοδοι κωδικοποίησης το προσαρμόζουν κατάλληλα στο εκάστοτε κανάλι, ώστε η μετάδοση να εκμεταλλεύεται όσο το δυνατόν καλύτερα το διαθέσιμο εύρος ζώνης (και άρα τον διαθέσιμο ρυθμό μετάδοσης) του τελευταίου.

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

3.1 ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ & ΠΑΚΕΤΟΥ

Για τη μεταφορά στοιχείων πέραν μιας τοπικής περιοχής η επικοινωνία επιτυγχάνεται με τη μετάδοση δεδομένων από τη πηγή στον προορισμό τους διαμέσου ενός δικτύου με ενδιάμεσους κόμβους μεταγωγής. Αυτό το δίκτυο μεταγωγής σχεδιάζεται έτσι ώστε να μπορεί να εφαρμόζεται ορισμένες φορές σε τοπικά και επίσης μητροπολιτικά δίκτυα (LANs, MANs). Οι κόμβοι μεταγωγής δεν σχετίζονται με το περιεχόμενο των δεδομένων. Σκοπός τους είναι να εξασφαλίζουν μια εύκολη μεταγωγή που θα μετακινεί τα δεδομένα από κόμβο σε κόμβο μέχρι να φτάσουν στον προορισμό τους. Οι τερματικές συσκευές (end devices) που επιθυμούν να επικοινωνήσουν αναφέρονται ως σταθμοί (stations). Οι σταθμοί μπορεί να είναι υπολογιστές, τερματικά, τηλέφωνα, ή άλλες συσκευές επικοινωνίας. Κάθε σταθμός συνδέεται με έναν κόμβο, και το σύνολο των κόμβων ονομάζεται δίκτυο επικοινωνιών (communication network). Στη συνέχεια εξετάζουμε τα δίκτυα επικοινωνιών μεταγωγής. Τα δεδομένα που εισέρχονται στο δίκτυο από ένα σταθμό δρομολογούνται στον προορισμό τους με την μεταγωγή τους από κόμβο σε κόμβο. Πρέπει να λάβουμε υπόψη:

1. Ορισμένοι κόμβοι συνδέονται μόνο με άλλους κόμβους. Η μόνη τους εργασία είναι η εσωτερική (στο δίκτυο) μεταγωγή των δεδομένων. Άλλοι κόμβοι έχουν έναν ή περισσότερους σταθμούς συνδεδεμένους. Επιπρόσθετα, μαζί με τις λειτουργίες μεταγωγής οι κόμβοι δέχονται δεδομένα από τους άλλους συνδεδεμένους σταθμούς καθώς και διανέμουν σε αυτούς δεδομένα.
2. Οι συνδέσεις που γίνονται από κόμβο σε κόμβο πολυπλέκονται, χρησιμοποιώντας είτε πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (frequency-division multiplexing) είτε πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου (time-division multiplexing).
3. Συνήθως το δίκτυο δεν είναι πλήρως συνδεδεμένο. Αυτό σημαίνει πως δεν υπάρχει πάντα μια άμεση σύνδεση μεταξύ κάθε πιθανού ζευγαριού κόμβων. Εντούτοις, είναι πάντα επιθυμητό να έχει περισσότερο από ένα πιθανό δρόμο μέσω του δικτύου για κάθε ζευγάρι σταθμών. Αυτό αυξάνει την αξιοπιστία του δικτύου.

Δύο αρκετά διαφορετικές τεχνολογίες χρησιμοποιούνται στην ευρεία περιοχή των δικτύων μεταγωγής: μεταγωγή κυκλώματος και μεταγωγή πακέτου. Οι δύο αυτοί τρόποι διαφέρουν στον τρόπο με τον οποίο οι κόμβοι μεταφέρουν την πληροφορία από τη μία σύνδεση στην άλλη, από την πηγή στον προορισμό.

3.1.1 ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Η επικοινωνία μέσω της μεταγωγής κυκλώματος υπονοεί ότι υπάρχει ένα κανάλι επικοινωνίας μεταξύ των σταθμών. Αυτό το κανάλι είναι μια ακολουθία συνδέσεων μεταξύ δικτύων και κόμβων. Σε κάθε φυσική σύνδεση ένα λογικό κανάλι είναι αφιερωμένο στη σύνδεση. Η επικοινωνία μέσω της μεταγωγής κυκλώματος περιλαμβάνει τρεις φάσεις:

1. Εγκατάσταση κυκλώματος (circuit establishment): Πριν κάθε σήμα μπορέσει να διαβιβαστεί στον προορισμό του ένα κύκλωμα από άκρη σε άκρη του δικτύου (end-to-end, station-to-station) πρέπει να εγκατασταθεί. Πριν ολοκληρωθεί η σύνδεση, μια δοκιμή γίνεται για να καθορίσει εάν ο δέκτης είναι απασχολημένος ή προετοιμάζεται να δεχτεί τη σύνδεση.

2. Μεταφορά δεδομένων (data transfer): Οι πληροφορίες μπορούν τώρα να διαβιβαστούν από τον πομπό μέσω του δικτύου στον δέκτη. Τα δεδομένα μπορεί να είναι αναλογικά ή ψηφιακά, εξαρτάται από τη φύση του δικτύου. Καθώς οι μεταφορές εξελίσσονται σε πλήρως ενσωματωμένα ψηφιακά δίκτυα, η χρήση ψηφιακής (δυναμικής) μετάδοσης για τη φωνή και για τα στοιχεία γίνεται η κυρίαρχη μέθοδος. Γενικά, η σύνδεση γίνεται σε αμφίδρομο κανάλι επικοινωνίας (full-duplex).

3. Αποσύνδεση κυκλώματος (circuit disconnect): Μετά από μια περίοδο μεταφοράς δεδομένων, η σύνδεση ολοκληρώνεται, συνήθως από έναν από τους δύο σταθμούς. Τα σήματα πρέπει να διαδίδονται στον αντίστοιχο κόμβο για να απελευθερώσουν τις διεξόδους που τους ανήκουν.

Το κανάλι σύνδεσης εγκαθίσταται πριν αρχίσει η μεταφορά δεδομένων. Η απαιτούμενη χωρητικότητα καναλιού πρέπει να είναι διαθέσιμη ανάμεσα σε κάθε ζευγάρι κόμβων, και κάθε κόμβος πρέπει να έχει διαθέσιμη εσωτερική ικανότητα μεταγωγής για να διατηρεί την απαιτούμενη σύνδεση. Οι μεταγωγείς πρέπει να έχουν την ικανότητα να κάνουν αυτές τις κατανομές και να βρίσκουν μια διαδρομή μέσω του δικτύου.

Η μεταγωγή κυκλώματος μπορεί να είναι ανεπαρκής. Η σύνδεση διατηρείται ακόμα και αν δεδομένα δεν μεταφέρονται. Για μια φωνητική σύνδεση, η εκμετάλλευση της χωρητικότητας μπορεί να είναι μεγάλη αλλά ακόμα δεν πλησιάζει το 100%. Για μια σύνδεση τερματικού-υπολογιστή, η χωρητικότητα μπορεί να είναι ανενεργή (idle) κατά το μεγαλύτερο τμήμα της διάρκειας της σύνδεσης. Όσον αφορά την απόδοση, υπάρχει μια εκ των προτέρων καθυστέρηση στο σήμα προς μετάδοση πριν την εγκατάσταση της κλήσης. Ωστόσο, όταν το κύκλωμα εγκατασταθεί, το δίκτυο είναι εντελώς «διαφανές» στο χρήστη. Οι πληροφορίες μεταδίδονται με σταθερό ρυθμό χωρίς επιπλέον καθυστέρηση, εκτός από αυτή που απαιτείται για τη διάδοση μέσω των συνδέσεων. Η καθυστέρηση σε κάθε κόμβο είναι αμελητέα.

Η μεταγωγή κυκλώματος αναπτύχθηκε για να χειριστεί την κίνηση φωνής αλλά τώρα χρησιμοποιείται και για την κίνηση δεδομένων. Το πιο γνωστό δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος είναι το τηλεφωνικό δίκτυο. Μια από τις βασικότερες απαιτήσεις για την κίνηση φωνής είναι ότι δεν πρέπει να υπάρχει καθυστέρηση μετάδοσης. Ένας σταθερός ρυθμός μετάδοσης σήματος πρέπει να διατηρείται

καθώς η μεταφορά και η λήψη του σήματος πραγματοποιούνται με τον ίδιο ρυθμό. Οι απαιτήσεις πρέπει να εκπληρώνονται για να επιτρέψουν κανονική συνομιλία μεταξύ των χρηστών χωρίς να εμφανίζονται προβλήματα επικοινωνίας. Επιπλέον, η ποιότητα του λαμβανόμενου σήματος πρέπει να είναι αρκετά καλή για να παρέχει, τουλάχιστον, καταληπτή φωνή.

Η μεταγωγή κυκλώματος είναι ευρέως διαδεδομένη επειδή προσαρμόζεται πολύ καλά στην αναλογική μετάδοση των σημάτων φωνής. Παρά την ανεπάρκεια της στο σημερινό ψηφιακό κόσμο η μεταγωγή κυκλώματος εξακολουθεί να είναι μια καλή επιλογή για τα τοπικά δίκτυα περιοχής και τα δίκτυα ευρείας περιοχής. Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματά της είναι πως είναι διαφανής. Εφόσον το δίκτυο εγκατασταθεί φαίνεται σαν μια απευθείας σύνδεση ανάμεσα στους δύο συνδεδεμένους σταθμούς. Κανένα ειδικό δίκτυο δεν απαιτείται.

3.1.2 ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΠΑΚΕΤΩΝ

Τα δεδομένα μεταφέρονται με τη μορφή μικρών πακέτων. Ένα ανώτατο όριο για το μέγεθος του πακέτου είναι 1000 bytes. Εάν η πηγή έχει μεγαλύτερο μήνυμα να στείλει, το μήνυμα χωρίζεται σε μια σειρά από μικρά πακέτα. Κάθε πακέτο περιέχει ένα τμήμα με τα στοιχεία του χρήστη και μερικές πληροφορίες ελέγχου. Οι πληροφορίες ελέγχου περιέχουν τις πληροφορίες που απαιτούνται από το δίκτυο έτσι ώστε να μπορεί να δρομολογήσει το πακέτο μέσω του δικτύου και να το παραδώσει στον προορισμό του. Σε κάθε κόμβο κατά τη δρομολόγηση, το πακέτο παραλαμβάνεται, αποθηκεύεται για λίγο, και περνά στον επόμενο κόμβο. Το ερώτημα που προκύπτει είναι πώς το δίκτυο θα χειριστεί τη ροή των πακέτων καθώς προσπαθεί να τα δρομολογήσει μέσω του δικτύου και να τα διανείμει στον προορισμό τους. Υπάρχουν δύο τεχνικές μεταγωγής πακέτου που χρησιμοποιούνται εξίσου στα σύγχρονα δίκτυα: τεχνική αυτοτελών πακέτων (datagram) και τεχνική εικονικού κυκλώματος (virtual-circuit).

1. Τεχνική αυτοτελών πακέτων: Σε αυτή την τεχνική κάθε πακέτο χρησιμοποιείται ανεξάρτητα, χωρίς αναφορά στα πακέτα που έχουν ήδη περάσει. Έτσι τα πακέτα, που έχουν την ίδια διεύθυνση προορισμού, μπορεί να μην ακολουθούν τον ίδιο δρόμο. Είναι δυνατόν το “πακέτο 2” να φτάσει πριν από το “πακέτο 1”. Είναι ακόμα πιθανό τα πακέτα να διανέμονται στον προορισμό με διαφορετική σειρά αλληλουχίας από αυτή που στάλθηκαν. Για αυτό πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη διάταξη που να τα τοποθετεί στην αρχική τους σειρά. Ένα πακέτο μπορεί να καταστραφεί στο δίκτυο. Για παράδειγμα, εάν ένας κόμβος μεταγωγής πακέτου «πέσει» όλα τα πακέτα στην ουρά αναμονής του θα καταστραφούν. Σε αυτή την τεχνική κάθε πακέτο αντιμετωπίζεται από τους κόμβους του δικτύου σαν ένα ολοκληρωμένο μήνυμα. Σε αυτή τη τεχνική έχουμε την ανεξάρτητη διακίνηση κάθε πακέτου χωρίς να λαμβάνεται υπόψη σε ποίο μήνυμα ανήκει.

2. Τεχνική εικονικού κυκλώματος: Σε αυτή την τεχνική μια προσχεδιασμένη διαδρομή καθιερώνεται πριν σταλούν τα πακέτα. Ο κόμβος πομπών (S) αρχικά στέλνει ένα ειδικό πακέτο ελέγχου, που ονομάζεται πακέτο αίτησης κλήσης (Call-Request packet), ζητώντας μια λογική σύνδεση στον κόμβο προορισμού (D). Εάν ο κόμβος προορισμού είναι προετοιμασμένος να δεχτεί τη σύνδεση στέλνει πίσω ένα πακέτο

αποδοχής κλήσης (Call-Accept packet). Οι δυο σταθμοί μπορούν τώρα να ανταλλάξουν δεδομένα μέσω της διαδρομής που έχει δημιουργηθεί. Επειδή η διαδρομή είναι σταθερή κατά τη διάρκεια της λογικής σύνδεσης το κύκλωμα είναι όμοιο με αυτό που χρησιμοποιείται στο δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος και ονομάζεται εικονικό κύκλωμα (virtual circuit).

Κάθε κόμβος στην προκαθορισμένη διαδρομή γνωρίζει πού θα στείλει τα πακέτα, έτσι καμία απόφαση δρομολόγησης δεν απαιτείται. Τελικά ένας σταθμός ολοκληρώνει τη σύνδεση με ένα πακέτο αίτησης διαγραφής (Clear-Request packet). Κάθε στιγμή, κάθε σταθμός μπορεί να έχει περισσότερα από ένα εικονικά κυκλώματα όπως και μπορεί να έχει εικονικά κυκλώματα σε περισσότερους από έναν σταθμούς. Το κύριο χαρακτηριστικό της τεχνικής εικονικού κυκλώματος είναι ότι η διαδρομή μεταξύ των σταθμών δημιουργείται πριν από τη μεταφορά των στοιχείων. Κάτι τέτοιο δε σημαίνει ότι τμήμα του εικονικού δικτύου χρησιμοποιείται αποκλειστικά όπως στη μεταγωγή κυκλώματος. Ένα πακέτο αποθηκεύεται σε κάθε κόμβο. Εκεί περιμένει στην ουρά για την έξοδο μέσω μιας γραμμής. Η διαφορά από την datagram τεχνική είναι ότι με τα εικονικά κυκλώματα ο κόμβος δεν χρειάζεται να πάρει κάποια απόφαση για τη δρομολόγηση κάθε πακέτου, απλά τα διακινεί στον προκαθορισμένο κόμβο.

Εάν δύο σταθμοί επιθυμούν να ανταλλάξουν στοιχεία σε μια παρατεταμένη χρονική περίοδο τα εικονικά κυκλώματα παρέχουν ορισμένα πλεονεκτήματα.

- Το δίκτυο μπορεί να παρέχει υπηρεσίες συνδεδεμένες με το εικονικό κύκλωμα συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου σφάλματος.
- Τα πακέτα μπορούν να διέλθουν από το δίκτυο γρηγορότερα με ένα εικονικό κύκλωμα επειδή δεν είναι απαραίτητο να παρθεί απόφαση δρομολόγησης για κάθε πακέτο σε κάθε κόμβο.

Αντίθετα εάν ο σταθμός επιθυμεί να στείλει μόνο ένα ή ορισμένα μόνο πακέτα η μετάδοση αυτοτελών πακέτων (datagram) είναι γρηγορότερη επειδή αποφεύγεται η δημιουργία εικονικού κυκλώματος. Επιπλέον, καθώς είναι πιο παλιά τεχνική είναι πιο αποτελεσματική στην αντιμετώπιση των προβλημάτων. Παραδείγματος χάριν, εάν αναπτύσσεται συμφόρηση σε ένα τμήμα του δικτύου η datagram μπορεί να την αποφύγει. Με τη χρήση εικονικού κυκλώματος τα πακέτα ακολουθούν μια προκαθορισμένη διαδρομή και είναι δυσκολότερο να αποφύγουν τη συμφόρηση. Τέλος, η τεχνική αυτή είναι πιο αξιόπιστη. Εάν ένας κόμβος αποτύχει, τα επόμενα πακέτα μπορεί να βρουν μια εναλλακτική διαδρομή για να παρακάμψουν αυτόν τον κόμβο. Με τη χρήση των εικονικών κυκλωμάτων, αντίθετα, εάν ένας κόμβος αποτύχει όλα τα εικονικά κυκλώματα που διέρχονται από αυτόν τον κόμβο θα χαθούν. Τα πακέτα φωνής γενικά μεταδίδονται με τεχνικές αυτοτελών πακέτων.

3.1.2.1 ΦΩΝΗ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΔΙΚΤΥΑ ΠΑΚΕΤΩΝ

Τα IP, ATM, frame relay δίκτυα αποτελούν τα βασικά στοιχεία στις εφαρμογές ενσωματωμένων υπηρεσιών φωνής και δεδομένων [3]. Τα IP, ATM χρησιμοποιούνται κυρίως στη διασύνδεση πολλών δικτύων (internetworks) και στα δίκτυα ευρείας περιοχής (WAN). Ενώ το frame relay χρησιμοποιείται σε μικρότερα δίκτυα. Στη συνέχεια εξετάζουμε κάθε τεχνολογία ξεχωριστά και μετά συγκρίνουμε την voice over ATM και την voice over IP.

1. Frame relay: Το Frame relay παρέχει ένα γρήγορο και αποδοτικό τρόπο μετάδοσης πληροφοριών από μια συσκευή χρηστών προς τις γέφυρες και τους δρομολογητές τοπικών δικτύων. Πρόκειται για μια υπηρεσία που χρησιμοποιείται από αυτούς που θέλουν μια απόλυτα αξιόπιστη σύνδεση για να μεταδώσουν τα bits με μια λογική ταχύτητα και ένα χαμηλό κόστος. Η εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στην εμφάνισή της. Είναι μια άμεση εξέλιξη της παραδοσιακής τεχνολογίας μεταγωγής πακέτων, που χρησιμοποιούσε πολύπλοκα πρωτόκολλα και είχε μεγάλο κόστος για την ανίχνευση σφάλματος, τη διόρθωση και τον έλεγχο ροής καθώς τα τερματικά των χρηστών δεν ήταν ικανά να κάνουν τα ίδια αυτές τις εργασίες. Η κατάσταση σήμερα έχει αλλάξει ριζικά. Τώρα έχουμε μισθωμένες γραμμές, μεγαλύτερη ταχύτητα, ψηφιοποίηση και μεγαλύτερη αξιοπιστία. Τα τερματικά έχουν τη μέγιστη δυνατότητα και ικανότητα επεξεργασίας με χαμηλότερο κόστος. Αυτό σημαίνει χρησιμοποίηση απλών πρωτοκόλλων για τη σύνδεση δεδομένων, με περισσότερη εργασία στα τερματικά παρά στο δίκτυο.

Ο μηχανισμός επικοινωνίας με αναμετάδοση πλαισίων (frame relay) μπορεί να θεωρηθεί σα μια εικονική μισθωμένη γραμμή. Ο πελάτης μισθώνει ένα μόνιμο εικονικό δίκτυο (permanent virtual circuit, PVC) μεταξύ δύο σημείων και μπορεί να στείλει τα πλαίσια μεγέθους 1600 bytes. Κάθε πλαίσιο μεταφέρει μια διεύθυνση 10-bit (Data Link Connection Identifier). Αυτή προσδιορίζει το εικονικό κύκλωμα που χρησιμοποιείται. Η διαφορά ανάμεσα στην υπηρεσία frame relay και στη μόνιμη μισθωμένη γραμμή είναι ότι η τελευταία επιτρέπει στον πελάτη να στέλνει δεδομένα όλη τη μέρα με το μέγιστο ρυθμό στοιχείων. Για την εικονική γραμμή του frame relay η αποστολή στοιχείων μπορεί να γίνει με μέγιστο ρυθμό, αλλά με το μέσο ρυθμό δεδομένων να είναι περιορισμένος. Για αυτό ακριβώς το λόγο η υπηρεσία με το frame relay είναι φθηνότερη από τις μισθωμένες γραμμές. Η κλασική ταχύτητα για το frame relay είναι γύρω στα 1.5Mbps.

Ο πομπός και ο δέκτης εξετάζουν και ανιχνεύουν τα σφάλματα. Δεν παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου ροής και επιβεβαίωσης λήψης σήματος. Εάν ένα πλαίσιο (frame) αλλοιωθεί απορρίπτεται. Το πώς τα δεδομένα ανακτώνται είναι ευθύνη των υπηρεσιών υψηλότερων επιπέδων στα τερματικά. Αυτό είναι ακριβώς το είδος της υπηρεσίας πραγματικού χρόνου κίνησης όπως χρειάζεται η μετάδοση φωνής. Ωστόσο, η επιτυχία του frame relay εξαρτάται από την αξιοπιστία του δικτύου μεταφοράς.

Μπορούμε να συμπεράνουμε πως για μεταξύ των δικτύων το frame relay είναι ανεπαρκές για τη μεταφορά φωνής. Όμως, είναι ιδανικό για τοπικά δίκτυα (LANs) και μεσαίου μεγέθους μητροπολιτικά δίκτυα (MANs).

2. IP Δίκτυα: Τα IP δίκτυα είναι δίκτυα που χρησιμοποιούν το πανταχού παρών Internet Protocol, IP. Γενικά βασίζονται στο TCP/IP που περιγράφεται παρακάτω. Το IP είναι πρωτόκολλο του επιπέδου δικτύου που ενσωματώνει τα PDU (Protocol Data Unit) ανωτέρων επιπέδων σε IP αυτοτελή πακέτα. Το χαρακτηριστικότερο γνώρισμα του IP είναι η 32-bits διεύθυνσή του. Μια εικονική διεύθυνση δίνεται σε κάθε υπολογιστή και δρομολογητή του δικτύου. Η πραγματική φυσική διεύθυνση της συσκευής λαμβάνεται χρησιμοποιώντας μερικά πρωτόκολλα προσδιορισμού διεύθυνσης (address resolution protocol, ARP). Τα μηχανήματα χρησιμοποιούν διαφορετικές μορφές για τις φυσικές διευθύνσεις. Οι μορφές αυτές βασίζονται στα πρότυπα που χρησιμοποιούνται. Για αυτό η IP διεύθυνση αναπτύχθηκε ως μορφή αναφοράς σε ένα επίπεδο διευθύνσεων κατανοητό από όλα τα μηχανήματα. Ένα χαρακτηριστικό όλων των IP δικτύων είναι ότι βασίζονται σε μηχανισμούς μετάδοσης πακέτων με την κατά το δυνατόν καλύτερη προσπάθεια. Δηλαδή το δίκτυο δεν εξυπακούεται πως εξασφαλίζει την ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service, QoS) ή την τάξη υπηρεσίας (Class of Service, CoS). Αυτό είναι ένα σημαντικό μειονέκτημα για πραγματικού χρόνου κίνηση πάνω από IP δίκτυα, που απαιτούν μια ορισμένη ποιότητα υπηρεσίας, QoS για να είναι αποδεκτή η υπηρεσία που παρέχουν. Κατά συνέπεια ξεχωριστά πρωτόκολλα χρειάζεται να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν προκειμένου να μεταφερθεί φωνή μέσω IP με μια αποδεκτή ποιότητα.

3. Asynchronous Transfer Mode (ATM): Με το “Voice over ATM” μπορούμε είτε να μεταφέρουμε κελιά (cells) φωνής απευθείας με την αρχιτεκτονική του ATM είτε τοποθετημένα διαδοχικά IP πακέτα πάνω από επίπεδα μεταφοράς που ως βάση έχουν το ATM. Η τελευταία επιλογή είναι αναποτελεσματική εξαιτίας του υπερβολικού αριθμού πρωτοκόλλων που υπάρχει στα ανώτερα επίπεδα. Αυτό βέβαια έρχεται σε αντίθεση με το λόγο για τον οποίο αναπτύχθηκε το ATM: Μια αποδοτική αρχιτεκτονική με ενσωματωμένες πολλές χρήσεις. Αντίθετα με το IP ή το Frame relay το ATM δεν είναι μόνο ένα πρωτόκολλο. Δεν είναι περιορισμένο σε ένα μόνο επίπεδο σε κάποια αρχιτεκτονική. Είναι το ίδιο μια αρχιτεκτονική. Είναι μέρος του δικτύου ευρείας ζώνης (B-ISDN).

Το ATM έχει αυτό το όνομα επειδή δεν είναι συγχρονισμένο, δεν είναι δηλαδή συνδεδεμένο με ένα ρολόι. Η βασική ιδέα που στηρίζεται είναι να μεταφερθούν όλες οι πληροφορίες με μικρά, σταθερού μήκους πακέτα που ονομάζονται cells και έχουν μήκος 53 bytes. Στην περίπτωση της φωνής είναι 5 bytes για την επικεφαλίδα και 48 bytes για το φορτίο. Η υπηρεσία ATM ονομάζεται και cell relay.

Η μεταγωγή κελιών (cell switching) είναι αρκετά εύκαμπτη και μπορεί να χειρισθεί εύκολα κίνηση σταθερού ρυθμού (ήχος, βίντεο) και μεταβλητού ρυθμού (δεδομένα). Σε πολύ υψηλές ταχύτητες η ψηφιακή μεταγωγή κυψελών είναι ευκολότερη από ότι με τη χρήση παραδοσιακών τεχνικών πολυπλεξίας, κυρίως χρησιμοποιώντας οπτικές ίνες. Η δημιουργία κλήσης απαιτεί αρχικά την αποστολή μηνύματος για την αποκατάσταση της σύνδεσης. Μετά από αυτό, τα επόμενα κελιά ακολουθούν την ίδια διαδρομή για να φτάσουν στον προορισμό. Όμοια με το frame relay, η διανομή των κελιών δεν είναι σίγουρη. Από την άλλη όμως, η τοποθέτησή τους σε σειρά είναι εγγυημένη.

Οι προοριζόμενες ταχύτητες για τα δίκτυα του ATM είναι 155.52MB/s (για συμβατότητα με SONET (Synchronous Optical Network, επιτρέπει τη μετάδοση

διαφορετικών τύπων δεδομένων σε μία μόνο γραμμή, σε μια οπτική ίνα) και 622 MB/s (για τέσσερα 155MB/s κανάλια).

Η αρχιτεκτονική του ATM αποτελείται από δύο κύρια επίπεδα, το επίπεδο ATM (ATM layer) και το στρώμα προσαρμογής του ATM (ATM Adaptation Layer, AAL). Ακριβώς πάνω από το φυσικό επίπεδο είναι το επίπεδο ATM (ATM layer), που ασχολείται με τα κελιά και τη μεταφορά των κελιών. Καθορίζει τη μορφή των κελιών και τη σημασία της επικεφαλίδας. Ασχολείται ακόμα με τη διαχείριση των εικονικών κυκλωμάτων. Επίσης εδώ πραγματοποιείται ο έλεγχος συμφόρησης. Επειδή πολλές εφαρμογές δεν λειτουργούν διαφορετικά με τα κελιά από ότι με τα πακέτα, ένα επίπεδο πάνω από το επίπεδο ATM ορίστηκε να επιτρέπει στους χρήστες να στέλνουν πακέτα μεγαλύτερου μήκους από αυτό των κελιών. Αυτό ονομάζεται στρώμα προσαρμογής του ATM (ATM Adaptation Layer, AAL). Υπάρχουν πέντε τύποι του AALs που καθορίζονται για διαφορετικού τύπου υπηρεσίες. Το AAL 1 και το AAL 2 χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν τη φωνή άμεσα πάνω από ένα ATM. Εάν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε voice over IP over ATM τότε χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε το AAL 5.

4. Σύγκριση IP – ATM: Τα IP δίκτυα έχουν σχεδιαστεί, κυρίως, για να υποστηρίξουν μια υπηρεσία βασισμένη στο μηχανισμό μετάδοσης πακέτων με την κατά το δυνατόν καλύτερη προσπάθεια (best-effort υπηρεσία), που είναι κατάλληλη για δεδομένα. Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, αντιμετωπίζουν ακόμα πολλά εμπόδια στην υποστήριξη υψηλής ποιότητας LD φωνής σε ένα περιβάλλον πολλών υπηρεσιών. Οι καινούριες αρχιτεκτονικές και τα καινούρια πρωτόκολλα που αναπτύσσονται πρέπει να περάσουν ακόμα από πολλά στάδια για να είναι ικανοποιήσουν αυτές τις ανάγκες.

Τα ATM πρωτόκολλα και πρότυπα για δίκτυα πολύ -υπηρεσιών έχουν καθορισθεί κατά ένα μεγάλο μέρος. Οι βασικές προκλήσεις που παραμένουν για τις υπηρεσίες φωνής LD συσχετίζονται με:

- την επιλογή των αλγορίθμων επεξεργασίας της ομιλίας,
- ένα πρωτόκολλο μεταφοράς πάνω από το ATM επίπεδο δηλαδή, το AAL 1 ή το AAL 2 και
- τη σωστή αρχιτεκτονική του δικτύου.

Το ATM επικοινωνεί με τα PSTN δίκτυα καλά. Επίσης ενσωματώνει καλά διαφορετικούς τύπους κίνησης περιλαμβάνοντας όλους τους τύπους με σταθερό και μεταβλητό ρυθμό (Constant Bit Rate, CBR και Variable Bit Rate, VBR). Υποστηρίζει ακόμα, την εγγυημένη ποιότητα εξυπηρέτησης (QoS) και την ενσωματωμένη διάκριση ποιότητας εξυπηρέτησης (QoS). Το ATM έχει πολύ καλή υποστήριξη από τα πρότυπα των φυσικών επιπέδων όπως το SONET. Έτσι παρουσιάζεται ως η τέλεια τεχνολογία για υποστήριξη φωνής. Ωστόσο, η πολύπλευρη ύπαρξή της έχει και μειονεκτήματα. Ο έλεγχος συμφόρησης, ο έλεγχος ροής και τα ζητήματα διαχείρισης παραμένουν άλυτα.

Ενώ τα IP δίκτυα επιφέρουν σημαντικά υψηλότερη καθυστέρηση που όμως μειώνεται καθώς η ταχύτητα συνδέσεως αυξάνει. Η συνεχής αύξηση της κίνησης δεδομένων θα δικαιολογήσει την υψηλότερη ταχύτητα συνδέσεως που χρειάζεται να υποστηρίξει η IP κίνηση δεδομένων. Η μεταφορά φωνής με υψηλή προτεραιότητα σε

IP δίκτυα θα είναι στη συνέχεια πολύ ελκυστική. Ενώ τα IP πακέτα επιτρέπεται να είναι μήκους 64 KB, το μέγιστο μέγεθος για τα μεταφερόμενα πακέτα σήμερα στο Internet είναι 1536 bytes, με μέσο όρο γύρω στα 350 bytes.

Και τα δύο, IP και ATM, μπορούν να προσφέρουν υπηρεσίες με πολλές εφαρμογές εικονικού ιδιωτικού δικτύου (Virtual Private Network, VPN). Η ικανότητα να προσφέρουν τέτοιες υπηρεσίες οφείλεται στα ATM πρότυπα και προϊόντα. Οι IP επιλογείς (switches) έχουν ευέλικτη και ιεραρχημένη διαχείριση εύρους ζώνης συχνοτήτων που συμβάλλει στη δημιουργία IP δικτύων όλο και πιο κατάλληλα να προσφέρουν τέτοιες υπηρεσίες. Η τυποποίηση των διαφοροποιημένων υπηρεσιών (Differentiated Services, DiffServ) προσθέτει επιπλέον ευελιξία στα IP δίκτυα που παρέχουν φωνή και υπηρεσίες με πολλές εφαρμογές εικονικού ιδιωτικού δικτύου. Οι διαφοροποιημένες υπηρεσίες χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό και τον έλεγχο της κίνησης του δικτύου σε τάξεις. Με αυτόν τον τρόπο ορισμένες εφαρμογές παίρνουν προτεραιότητα. Οι διαφοροποιημένες υπηρεσίες είναι η πιο προηγμένη μέθοδος για τη διαχείριση της κίνησης από την άποψη της τάξης υπηρεσιών (Class of Service).

Το μεγαλύτερο εμπόδιο στην ανάπτυξη του ATM για ενοποιημένες υπηρεσίες φωνής και δεδομένων είναι το μεγάλο κόστος. Ο εξοπλισμός του ATM είναι πολύ ακριβός. Επίσης, τα IP δίκτυα είναι τα επικρατέστερα στον κόσμο σήμερα. Για την μετατροπή τους σε ATM απαιτείται μια πλήρη ανακαίνιση που είναι επίσης, πολύ ακριβή για τους περισσότερους. Η επιτυχία της μετάδοσης της φωνής πάνω από τα δίκτυα πακέτων βασίζεται στο χαμηλότερο κόστος. Εάν σκεφτούμε αυτά τότε θα πρέπει να παραμείνουμε στα IP δίκτυα και να ενισχύσουμε τις ικανότητές τους. Το πέρασμα του χρόνου θα δείξει. Εάν οι τρέχοντες μεταφορείς PSTN παρέχουν σύντομα καλύτερες υπηρεσίες με χαμηλότερο κόστος τότε η τεχνολογία με τις VoIP υπηρεσίες θα εκλείψει.

3.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΑΚΕΤΟΥ

Έχοντας μελετήσει τα δίκτυα μεταγωγής μηνυμάτων μπορούμε να συγκρίνουμε τις τεχνικές.

Μεταγωγή κυκλώματος	Datagram μεταγωγή πακέτου	Virtual-circuit μεταγωγή πακέτου
Προκαθορισμένη διαδρομή μετάδοσης	Μη προκαθορισμένη διαδρομή μετάδοσης	Μη προκαθορισμένη διαδρομή μετάδοσης
Συνεχής μετάδοση δεδομένων	Μετάδοση πακέτων	Μετάδοση πακέτων
Γρήγορη απόκριση	Γρήγορη απόκριση	Γρήγορη απόκριση
Πακέτα δεν αποθηκεύονται	Πακέτα μπορεί να αποθηκεύονται μέχρι να διανεμηθούν	Πακέτα αποθηκεύονται μέχρι να διανεμηθούν
Ίδια διαδρομή για όλη τη σύνδεση	Η διαδρομή ορίζεται για κάθε πακέτο	Η διαδρομή ορίζεται για όλη τη σύνδεση
Καθυστέρηση δημιουργίας κλήσης, αμελητέα καθυστέρηση μετάδοσης	Καθυστέρηση μετάδοσης πακέτων	Καθυστέρηση δημιουργίας κλήσης, καθυστέρηση μετάδοσης πακέτων
Σήμα απασχόλησης εάν το καλούμενο τμήμα είναι απασχολημένο	Ο πομπός μπορεί να ειδοποιηθεί εάν το πακέτο δεν διανεμηθεί	Ο πομπός ειδοποιείται εάν η σύνδεση δε πραγματοποιηθεί
Υπερφόρτωση μπορεί να μπλοκάρει τη δημιουργία κλήσης, δεν έχει καθυστέρηση για καθιέρωση κλήσης	Υπερφόρτωση αυξάνει την καθυστέρηση πακέτων	Υπερφόρτωση μπορεί να μπλοκάρει τη δημιουργία κλήσης, αυξάνει την καθυστέρηση πακέτων
Ηλεκτρομηχανικοί ή ηλεκτρονικοί επιλογείς κόμβων	Μικροί επιλογείς κόμβων	Μικροί επιλογείς κόμβων
Χρήστης υπεύθυνος για την προστασία των μηνυμάτων που χάνονται	Δίκτυο μπορεί να είναι υπεύθυνο για τα ανεξάρτητα πακέτα	Δίκτυο μπορεί να είναι υπεύθυνο για την ακολουθία πακέτων
Συνήθως όχι αλλαγή ταχύτητας και κωδικών	Αλλαγή ταχύτητας και κωδικών	Αλλαγή ταχύτητας και κωδικών
Σταθερό εύρος ζώνης μετάδοσης	Δυναμική χρήση του εύρους ζώνης	Δυναμική χρήση του εύρους ζώνης
Όχι επιπλέον bits μετά τη δημιουργία κλήσης	Επιπλέον bits σε κάθε μήνυμα	Επιπλέον bits σε κάθε μήνυμα
Χρέωση ανά λεπτό	Χρέωση ανά πακέτο	Χρέωση ανά πακέτο

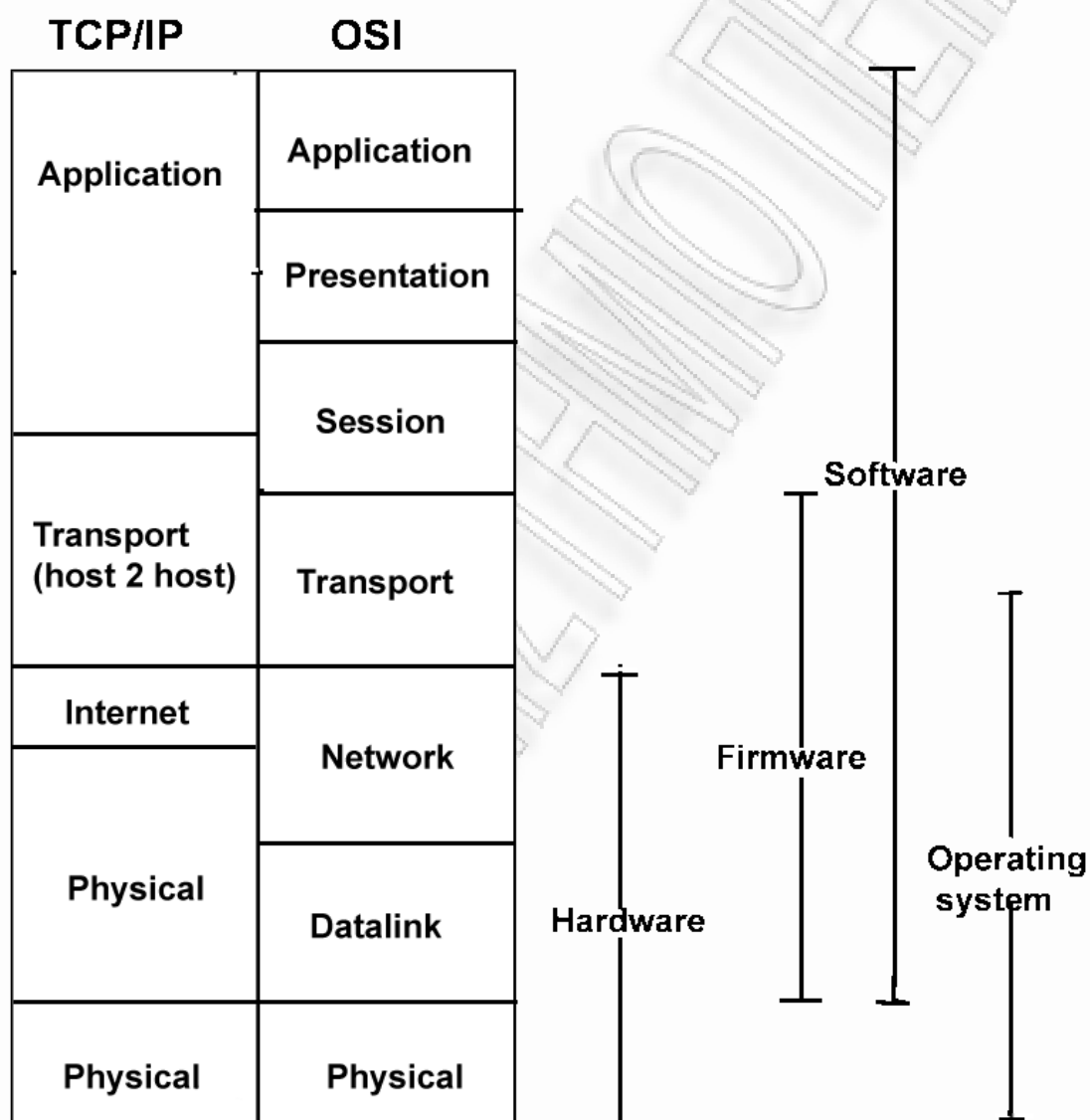
Το μεγαλύτερο μέρος της κίνησης φωνής μεταφέρεται με το PSTN, που είναι δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος σε αναλογική αλλά και σε ψηφιακή μορφή. Ωστόσο, υπάρχει μεγάλος αριθμός δικτύων μεταγωγής πακέτων όπως το IP, frame relay και το ATM δίκτυο.

4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ

Με τον όρο πρωτόκολλο αναφερόμαστε σε ένα σύνολο συμφωνημένων κανόνων, απαραίτητων για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ δύο συνδεδεμένων κόμβων.

Ένα σύνολο πρωτοκόλλων ονομάζεται αρχιτεκτονική πρωτοκόλλου (protocol architecture). Σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως δυο αρχιτεκτονικές (TCP/IP και OSI) που θα περιγράψουν παρακάτω (Εικόνα 4.1).



Εικόνα 4.1: TCP/IP και OSI

4.1 ΜΟΝΤΕΛΟ OSI (OPEN SYSTEM INTERCONNECTION)

Το μοντέλο OSI αποτελείται από τα εξής επίπεδα:

1. Φυσικό επίπεδο (Physical layer): Είναι υπεύθυνο για την χωρίς παραμόρφωση και απόσβεση μετάδοση των παλμών. Εδώ καθορίζονται τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του δικτύου όπως η τάση που παριστά παλμό 1 bit, η διάρκεια του παλμού κ.α. Επίσης καθορίζονται μηχανικά ζητήματα και προσδιορίζεται το υλικό του δικτύου. Για το επίπεδο αυτό έχουν καθοριστεί τα πρότυπα RS232C, RS449, X.21, η σειρά V της CCITT για modems (π.χ. V90), η σειρά 802 της IEEE για τοπικά δίκτυα και κ.τ.λ.

2. Επίπεδο Ζεύξης (Data link layer): Αξιόπιστη μεταφορά, έλεγχος σφαλμάτων, διαμόρφωση χρονοπλαισίων, επιβεβαίωση λήψης κ.α. Πρωτόκολλα του επιπέδου αυτού είναι IEEE 802.2, LLC, ANSI ADCCP κ.α.

3. Επίπεδο δικτύου (Network layer): Στο επίπεδο αυτό εντάσσονται ζητήματα δρομολόγησης των μηνυμάτων, έλεγχος ροής (flow control), επίλυση προβλημάτων συνωστισμού (congestion control), διασύνδεση δικτύων (internetworking). Τα πρωτόκολλα του επιπέδου αυτού είναι τα πιο σύνθετα εξ αιτίας της διανεμημένης δόμησής τους. Τυπικά πρωτόκολλα είναι τα X.25, X.21 της CCITT . ISO-IP κ.α.

4. Επίπεδο μεταφοράς (Transport layer): Αποτελεί τη διασύνδεση των τριών χαμηλότερων μετά τρία υψηλότερα επίπεδα. Καλύπτει τις ανομοιογένειες της υποδομής του δικτύου παρουσιάζοντας ένα τέλειο δίκτυο στα ανώτερα επίπεδα.

5. Επίπεδο συνόδου (Session layer): Εδώ γίνεται ο έλεγχος της επικοινωνίας σε όλη τη διάρκεια της όπως και ο έλεγχος πρόσβασης και ο συγχρονισμός των δικτύων.

6. Επίπεδο παρουσίασης (Presentation layer): Καθορίζει τη σύνταξη της πληροφορίας. Εδώ εφαρμόζονται τεχνικές συμπίεσης και κρυπτογράφησης.

7. Επίπεδο εφαρμογής (Application layer): Ειδικές λειτουργίες της συγκεκριμένης εφαρμογής.

4.2 TCP/IP (TRANSPORT CONTROL PROTOCOL / INTERNET PROTOCOL)

Το TCP/IP είναι το αποτέλεσμα της έρευνας και ανάπτυξης που έγινε επάνω σε ένα πειραματικό δίκτυο μεταγωγής πακέτων , του ARPANET. Αποτελείται από μια μεγάλη συλλογή πρωτοκόλλων που εξελίχθηκαν σε πρότυπα του internet από το Internet Architecture Board. Δεν υπάρχει «επίσημο» πρωτόκολλο TCP/IP όπως στην περίπτωση του OSI. Βασιζόμενοι όμως στα πρότυπα που έχουν εξελιχθεί, η λειτουργία του TCP/IP μπορεί να διακριθεί σε 5, σχετικά ανεξάρτητα, επίπεδα.

1. Φυσικό επίπεδο (Physical layer): Έχει τις ίδιες λειτουργίες με το αντίστοιχο επίπεδο του OSI. Είναι υπεύθυνο για την χωρίς παραμόρφωση και απόσβεση μετάδοση των παλμών. Εδώ καθορίζονται τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του δικτύου όπως η τάση που παριστά παλμό 1 bit, η διάρκεια του παλμού κ.α. Επίσης καθορίζονται μηχανικά ζητήματα και προσδιορίζεται το υλικό του δικτύου.

2. Επίπεδο πρόσβασης δικτύου (Network access layer): Είναι υπεύθυνο για τη λήψη και την αποστολή IP αυτοτελών πακέτων πληροφορίας. Σε αυτό το επίπεδο χρησιμοποιούνται τα Ethernet, point to point protocol (PPP), IBM token ring, LAPD, LAPB. Μπορεί να αντιστοιχιστεί με το επίπεδο ζεύξης του OSI.

3. Internet layer: Χειρίζεται την επικοινωνία μεταξύ δυο τερματικών. Δέχεται την αίτηση για αποστολή δεδομένων από το επίπεδο μεταφοράς μαζί με την διεύθυνση του παραλήπτη. Εδώ γίνεται η επεξεργασία των αυτοτελών πακέτων πληροφορίας και αποφασίζεται αν θα προωθηθούν σε επόμενο διακομιστή (server).

- Internet protocol: Όλα τα συστήματα ενδιάμεσα στα δυο άκρα της επικοινωνίας πρέπει να έχουν τα παρακάτω επίπεδα του IP. Τα πιο πάνω δεν είναι απαραίτητα γιατί το IP λαμβάνει τα πακέτα από αυτά και τους τοποθετεί μια επικεφαλίδα και τα στέλνει στα παρακάτω επίπεδα. Η επικεφαλίδα περιέχει όλες τις πληροφορίες για την δρομολόγηση ενός πακέτου για το επόμενο βήμα, (IP datagrams). Κάθε πακέτο μεταφέρεται μέσω του internet σαν ένα αυτόνομο πακέτο πληροφορίας, ανεξάρτητο από κάθε άλλο πακέτο πληροφορίας. Το πρωτόκολλο του ανώτερου επιπέδου είναι υπεύθυνο για να βάζει στη σειρά τα πακέτα και για την εγγυημένη λήψη των πακέτων. Αν το πακέτο που φτάνει είναι μεγαλύτερο από αυτό που μπορεί να χειριστεί το IP διαιρείται σε μικρότερα πακέτα. Η επανασύνδεση γίνεται στο αντίστοιχο επίπεδο του δέκτη.
- Internet control message protocol (ICMP): Το πρότυπο IP προϋποθέτει ότι κάθε συμβατή υλοποίηση περιλαμβάνει και το ICMP. Το ICMP παρέχει το μέσο για τη μεταφορά μηνυμάτων από κάποιο τερματικό (host) ή από άλλους δρομολογητές σε κάποιο άλλο τερματικό. Στην ουσία το ICMP ενημερώνει για πρόβλημα στο επικοινωνιακό περιβάλλον. Αν και είναι στο ίδιο επίπεδο με το IP είναι στην πραγματικότητα ένας χρήστης του IP. Όταν ένα πακέτο ICMP είναι έτοιμο για αποστολή, το IP του βάζει, όπως σε κάθε άλλο πακέτο, την επικεφαλίδα και στη συνέχεια αποστέλλεται.

4. Επίπεδο μεταφοράς (Transport layer): Σε αυτό το επίπεδο η ακολουθία των δεδομένων χωρίζεται σε μικρά τμήματα (πακέτα) και κάθε ένα από αυτά στέλνεται στο επόμενο επίπεδο για αποστολή μαζί με την διεύθυνση του παραλήπτη.

- Transmission control protocol (TCP): Αναπτύχθηκε με σκοπό να παρέχει μια αξιόπιστη υπηρεσία (connection oriented) που υποστηρίζει αξιοπιστία από άκρη σε άκρη. Για να το πετύχει αυτό το TCP υποστηρίζει αναγνώριση λαθών και διόρθωση καθώς και έλεγχο ροής (flow control) στο δίκτυο. Ο έλεγχος λαθών γίνεται μέσω του cyclic redundancy check (CRC) του πακέτου σε κάποιο κόμβο του δικτύου και σύγκριση με το CRC που μεταφέρει. Αν υπάρχει λάθος το TCP ζητάει την επαναποστολή του πακέτου. Η μέθοδος αυτή μπορεί να προκαλέσει καθυστερήσεις, που σε εφαρμογές φωνής δεν μπορούν να γίνουν αποδεκτές και γι' αυτό πολύ σπάνια χρησιμοποιείται για μετάδοση φωνής.

- User datagram protocol (UDP): Το UDP παρέχει μια όχι αξιόπιστη υπηρεσία μεταφοράς που δεν προσδιορίζει εκ των προτέρων τη διαδρομή που θα ακολουθήσει το πακέτο (connectionless). Ο χαρακτηρισμός αυτός δεν είναι απαραίτητα άσχημος. Αντίθετα προσθέτει ευελιξία σε αυτή την οικογένεια πρωτοκόλλων. Αυτό σημαίνει ότι αν η αξιοπιστία στη μετάδοση είναι απαραίτητη, κάποιο ανώτερο επίπεδο (π.χ. επίπεδο εφαρμογής) μπορεί να διαβεβαιώσει ότι τα μηνύματα παραδίδονται σωστά. Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό του UDP είναι ότι δεν προσδιορίζει εκ των προτέρων τη διαδρομή που θα ακολουθήσει το πακέτο. Δηλαδή η επικοινωνία βασίζεται σε ένα μηχανισμό μετάδοσης πακέτων με την κατά το δυνατόν καλύτερη προσπάθεια και συνεπώς δεν χρησιμοποιούνται διαδικασίες έλεγχου ροής και δημιουργίας σύνδεσης.

5. Επίπεδο εφαρμογής (Application layer): Σε αυτό το επίπεδο, ο χρήστης χρησιμοποιεί μια εφαρμογή για να αποκτήσει πρόσβαση στις υπηρεσίες, του TCP/IP, δικτύου. Η εφαρμογή επιλέγει το είδος της μεταφοράς που χρειάζεται και ενημερώνει το επίπεδο μεταφοράς. Με τον όρο είδος μεταφοράς εννοούμε αν τα δεδομένα θα αποσταλούν ως πακέτα ή ροή (stream). Οι πιο κοινές εφαρμογές περιγράφονται παρακάτω:

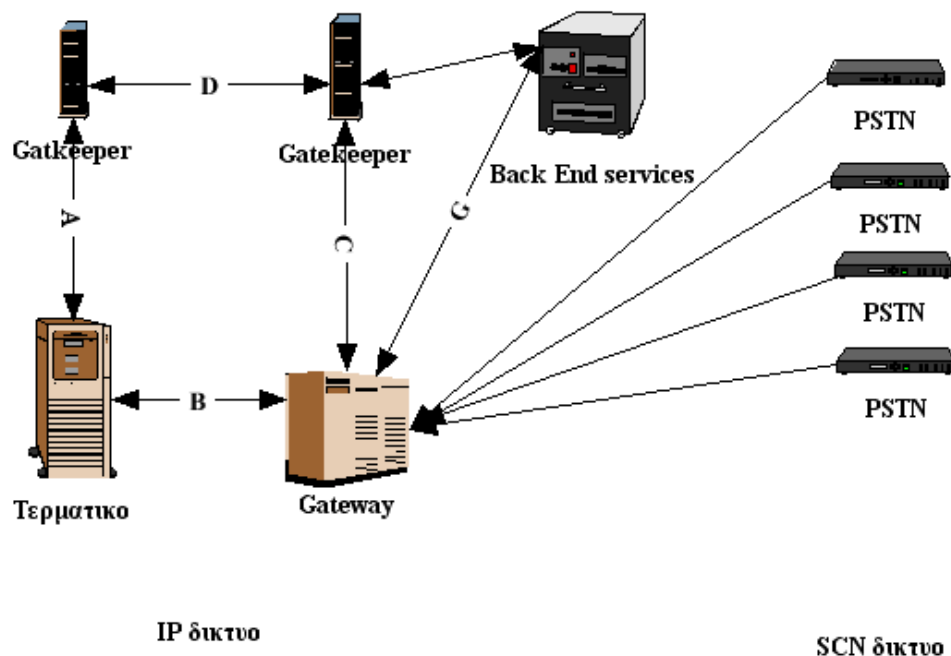
- File transfer protocol FTP: Είναι ένα μηχανισμός μεταφοράς αρχείων ανάμεσα σε δυο τερματικά μέσω του δικτύου TCP/IP. Λειτουργεί σαν μια διαδικασία πελάτη-διακομιστή (client-server). Ο πελάτης στέλνει προκαθορισμένες εντολές που αφορούν τη διαχείριση αρχείων και ο διακομιστής τις εφαρμόζει στον τοπικό του κατάλογο (directory).
- Telnet: Είναι άλλη μια εφαρμογή πελάτη-διακομιστή (client-server). Μέσω του telnet ο πελάτης αποκτά πρόσβαση στον απομακρυσμένο υπολογιστή σαν να ήταν ένα τερματικό απ' ευθείας συνδεδεμένα.
- Simple mail transfer protocol SMTP: Παρέχει τον μηχανισμό δρομολόγησης ηλεκτρονικών μηνυμάτων.
- Hypertext transmission protocol HTTP: Είναι το «ιδρυτικό» πρωτόκολλο του παγκόσμιου ιστού (World Wide Web WWW) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε εφαρμογή πελάτη-διακομιστή που περιλαμβάνει hypertext. Τα δεδομένα που μεταφέρονται μπορούν να είναι απλό κείμενο, hypertext, ήχος, φωτογραφίες, ή κάθε πληροφορία προσβάσιμη μέσω internet.

4.3 ΥΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ

Θα ασχοληθούμε με μερικές από τις υπάρχουσες προσεγγίσεις όπως H.323, Telecommunications and IP Harmonization Over Networks (TIPHON), SIP και Telecommunications Information Networking Architecture (TINA) [4].

H.323: Το πρωτόκολλο αυτό αναπτύχθηκε από την ITU και είναι στην πραγματικότητα μια σουίτα πρωτοκόλλων για video και audio επικοινωνία ανάμεσα σε δυο ή περισσότερα τερματικά μέσω δικτύων που δεν υποστηρίζουν QoS (quality of service) όπως το IP. Είναι το πιο διαδεδομένο πρωτόκολλο για IP τηλεφωνία και video conference.

TIPHON: Το Ευρωπαϊκό ινστιτούτο τηλεπικοινωνιακών προτύπων (European telecommunication standards institute ETSI) έχει αναπτύξει κάποιες προτάσεις για τη συνεργασία των κοινών τηλεφωνικών δικτύων μεταγωγής κυκλώματος και δικτύων



IP (Εικόνα 4.2).

Εικόνα 4.2: Αρχιτεκτονική TIPHON

SIP: Το SIP πρωτόκολλο βρίσκεται σε συνεχή ανάπτυξη από το multiparty multimedia session control group (MMUSIC) του internet engineering task force (IETF).

TINA: Είναι η πιο πολύπλοκη από τις τέσσερις αρχιτεκτονικές. Εδώ διαχωρίζονται πλήρως οι υπηρεσίες του δικτύου από την υλική υποδομή. Με τον τρόπο αυτό οι υπηρεσίες είναι πλήρως ανεξάρτητες από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την πρόσβαση στο δίκτυο.

Το TINA είναι αρκετά «βαρύ» για απλές υπηρεσίες και του λείπει η ευελιξία που απαιτεί το IP. Αντίθετα το SIP είναι «ελαφρύ». Δεν χρειάζεται ισχυρά τερματικά και

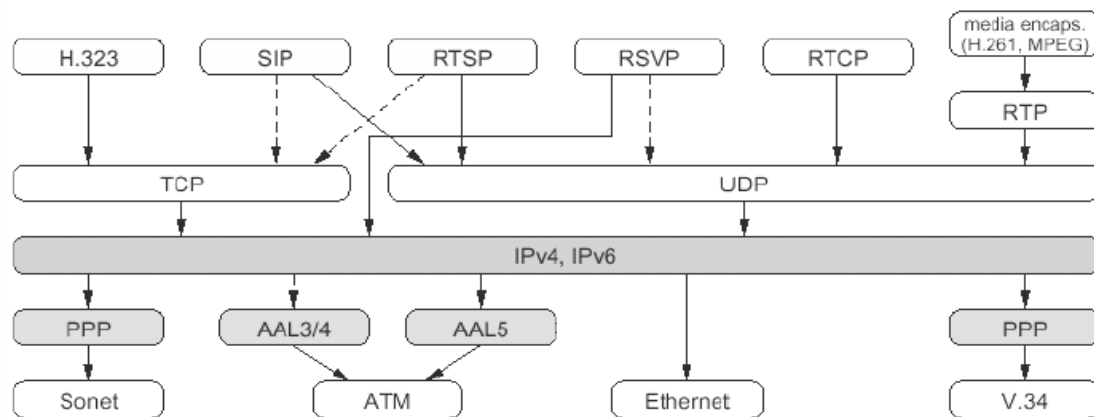
διακομιστές. Επίσης φαίνεται ότι είναι πιο ευέλικτο και πιο εύκολα επεκτάσιμο από τα υπόλοιπα.

4.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ H.323 – SIP

4.4.1 ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ H.323

Το H.323 [5] είναι ένα πρότυπο της ITU που παρέχει τη βάση για τη σύγκλιση επικοινωνιών φωνής, video και δεδομένων πάνω από δίκτυα IP. Αφορά τον έλεγχο κλήσης, τη διαχείριση πολυμέσων και τη διαχείριση εύρους ζώνης. Είναι ένα από τα πρότυπα επικοινωνιών της σειράς H.32x που επιτρέπουν την επικοινωνία με χρήση πολυμέσων πάνω από διάφορα δίκτυα όπως το ISDN (H.320), PSTN (H.324), τοπικά δίκτυα με εγγυημένη ποιότητα εξυπηρέτησης (QoS) (H.322) και ATM (H.321).

Το H.323 ενσωματώνει πολλά άλλα πρωτόκολλα της ITU που περιγράφουν τη σηματοδότηση, τον έλεγχο κλήσης, συμπληρωματικές υπηρεσίες και τη συμπίεση ήχου και εικόνας. Το πρότυπο H.225.0 καλύπτει τη μορφή και τη ροή μηνυμάτων σηματοδότησης ενώ το πρότυπο ελέγχου κλήσεων H.245 εστιάζει στις διαδικασίες αποκατάστασης κλήσεων πολυμέσων. Το συμπληρωματικό πρωτόκολλο RAS καθορίζει τα μηνύματα που αφορούν εγγραφή, πρόσβαση και κατάσταση (registration, access, status) και ανταλλάσσονται μεταξύ τερματικών σημείων και ελεγκτών πύλης (gatekeeper). Καθορίζονται ως υποχρεωτικοί δυο τύποι συμπίεσης, για τον ήχο το G.711 και για την εικόνα το H.261 ενώ υποστηρίζονται και άλλοι τύποι που παρέχουν καλύτερη ποιότητα (Εικόνα 4.3).



AAL – ATM adaptation layer	RTP – Real-time protocol
ATM – Asynchronous transfer mode	SIP – Session initiation protocol
IP – Internet protocol	SONET – Synchronous optical network
PPP – Point-to-point protocol	TCP – Transmission control protocol
RTCP – Real-time control protocol	UDP – User datagram protocol

Εικόνα 4.3: Στοιβά πρωτοκόλλων

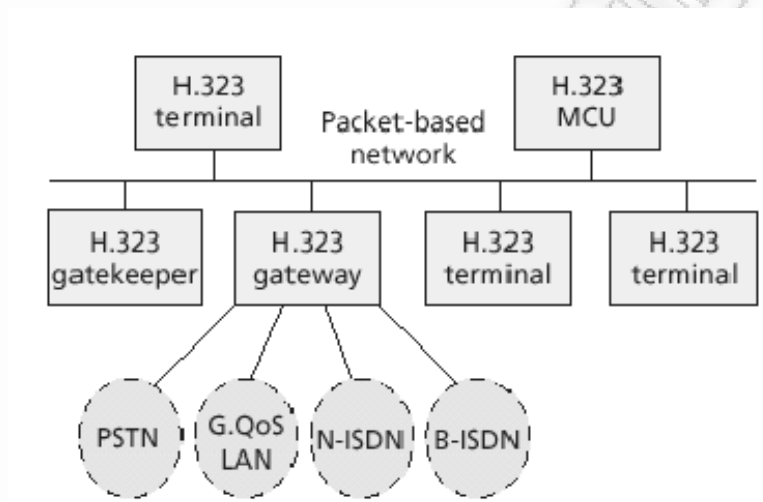
4.4.1.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Οι πελάτες (clients) του H.323 συνεργάζονται με πελάτες τηλεδιάσκεψης των δικτύων μεταγωγής κυκλώματος όπως αυτοί που περιγράφονται στις συστάσεις H.320 (ISDN) H.321(ATM) και H.324(PSTN/Wireless).
- Ένας πελάτης H.323 πρέπει να υποστηρίζει επικοινωνία με ήχο. Αντίθετα αυτό δεν είναι υποχρεωτικό για video και δεδομένα. Η ανομοιογένεια αυτή δεν κάνει τους πελάτες ασύμβατους. Κατά τη δημιουργία σύνδεσης (call set up) ανταλλάσσονται πληροφορίες ανάμεσα στα τερματικά και η επικοινωνία γίνεται με βάση τις ελάχιστες κοινές υπηρεσίες.
- Για τη σωστή λειτουργία του πρότυπου απαιτούνται κωδικοποιητές για video και ήχο. Προτείνονται κάποιοι αλλά γενικά δεν υπάρχει περιορισμός. Τα δυο τερματικά μπορούν να συμφωνήσουν στη χρήση οποιουδήποτε κοινού κωδικοποιητή-αποκωδικοποιητή (codec).
- Υποστηρίζονται υπηρεσίες χρέωσης.
- Οι κλήσεις μπορούν να περιοριστούν με βάση τις υπό εξέλιξη κλήσεις, περιορισμούς στο εύρος ζώνης (bandwidth) ή χρονικούς περιορισμούς.
- Παρέχονται υπηρεσίες έγκρισης-πιστοποίησης ταυτότητας και εμπιστευτικότητας.
- Με τη δεύτερη έκδοση του H.323 εμφανίστηκαν και βοηθητικές υπηρεσίες όπως η προώθηση κλήσης.
- Το πρότυπο είναι ανεξάρτητο από λειτουργικά και μηχανικά συστήματα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε PCs, τηλεφώνά IP, καλωδιακή τηλεόραση κ.α.
- Το H.323 μπορεί από μόνο του να υποστηρίξει επικοινωνία μεταξύ τριών και πλέον τερματικών χωρίς τη βοήθεια του ελεγκτή μονάδος πολλαπλών σημείων (multipoint control unit, MCU). Όμως η χρήση ενός τέτοιου υποσυστήματος παρέχει μια πλατφόρμα πιο ευέλικτη και με περισσότερες υπηρεσίες.
- Σε επικοινωνίες μεταξύ πάνω από 2 τερματικών υποστηρίζεται η μετάδοση σε πολλούς αποδέκτες (αποστολή multicast). Αυτό σημαίνει ότι αν κάποιο πακέτο πρέπει να σταλεί σε πολλαπλούς προορισμούς τότε στέλνεται 1 φορά. Αντίθετα σε αποστολές σε έναν μόνο αποδέκτη (unicast) δημιουργούνται πολλαπλές αποστολές από σημείο σε σημείο (point-to-point) ενώ κατά την εκπομπή στέλνεται πακέτο παντού ανεξάρτητα από το αν έχει ζητηθεί ή όχι. Συνεπώς οι πόροι του δικτύου δεν χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά.

4.4.1.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ H323

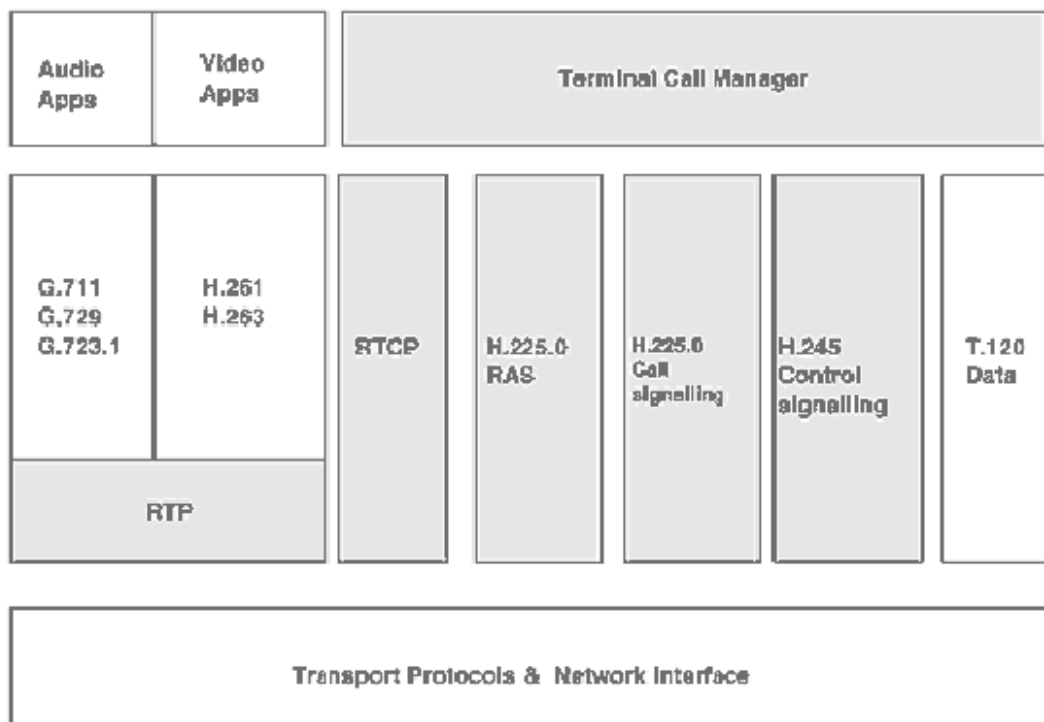
Το H.323 (Εικόνα 4.4) καθορίζει τέσσερα «συστατικά» για το δίκτυο που αν συνδεθούν μαζί παρέχουν επικοινωνία πολυμέσων από σημείο σε σημείο (point-to-point) και από σημείο σε πολλαπλά σημεία (point-to-multipoint).

- τερματικά (terminals)
- πύλες (gateways)
- ελεγκτές πύλης (gatekeepers)
- ελεγκτής πολλαπλών σημείων (multipoint control units, MCU)



Εικόνα 4.4: Αρχιτεκτονική H.323

Τερματικό: Χρησιμοποιείται για διπλής κατεύθυνση επικοινωνία πολυμέσων πραγματικού χρόνου. Μπορεί να είναι ένα PC ή άλλη συσκευή που υποστηρίζει το H.323 και εφαρμογές πολυμέσων. Υποστηρίζει audio επικοινωνία και προαιρετικά video και data. Τα τερματικά του H.323 είναι συμβατά με H.324 τερματικά σε ασύρματο δίκτυο, τερματικά H.310 σε B-ISDN, τερματικά H.320 σε ISDN, τερματικά H.321 σε B-ISDN και τερματικά H.322 σε LAN με εγγυημένο QoS.



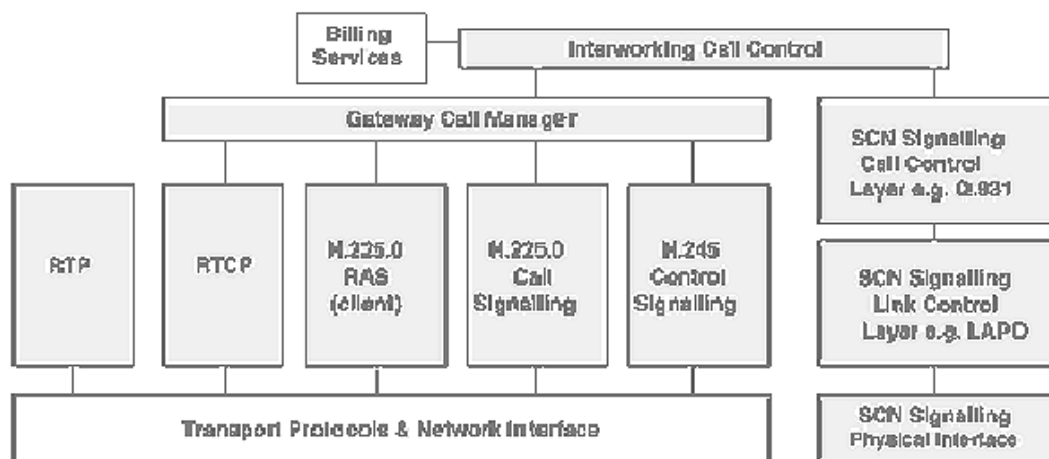
Εικόνα 4.5: Protocol stack (τερματικό H.323)

Μια συσκευή για να χαρακτηριστεί τερματικό H.323 (Εικόνα 4.5) πρέπει να υποστηρίζει τα παρακάτω:

- H.245 για τη δημιουργία καναλιών
- H.255 για τη σηματοδότηση και την προετοιμασία μιας κλήσης
- RAS για την καταχώρηση και την άδεια πρόσβασης στους ελεγκτές πύλης (gatekeepers)
- RTP/RTCP για την εξυπηρέτηση πακέτων video και audio
- G.711 audio CODEC

Προαιρετικά μπορούν να υπάρχουν video CODECs και T-120 πρωτόκολλα τηλεδιάσκεψης.

Πύλη (Gateway): Μια πύλη (Εικόνα 4.6) συνδέει δίκτυα που δεν βασίζονται στο ίδιο πρωτόκολλο. Για παράδειγμα μια εφαρμογή μιας πύλης του H.323 εμφανίζεται στην τηλεφωνία IP όπου συνδέει το IP δίκτυο με τα δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος.



Εικόνα 4.6: Protocol stack (gateway H.323)

Στη πλευρά του H.323, ο gateway, τρέχει τα H.245 (έλεγχος σηματοδότησης), H.225 (σηματοδότηση κλήσης για έναρξη και διακοπή) και H.224 RAS (εγγραφή σε gatekeeper). Στην πλευρά του SCN (switched circuit network) χρησιμοποιούνται πρωτόκολλα ειδικά για δίκτυα μεταγωγή κυκλώματος π.χ. ISDN και SS7.

Τα τερματικά επικοινωνούν με κάποια πύλη μέσω των H.245 και H.225. Η πύλη τα μεταφράζει μέσα από μια διάφανη διαδικασία στα αντίστοιχα του μη-H.323 δικτύου. Μπορεί να μεταφράσει ακόμα και τα δεδομένα video και ήχου αν τα δυο τερματικά δεν μπορούν να συμφωνήσουν σε ένα κοινό τρόπο επικοινωνίας. Η πύλη έχει τα χαρακτηριστικά ενός H.323 τερματικού στην πλευρά του H.323 και όμοια στην πλευρά του μη-H.323 δικτύου έχει τα χαρακτηριστικά του αντίστοιχου τερματικού. Ωστόσο αυτό δεν σημαίνει ότι το δίκτυο αντιμετωπίζει πύλες και τερματικά με τον ίδιο τρόπο. Οι ελεγκτές πύλης ξέρουν ποια συσκευή είναι τερματικό και ποια πύλη επειδή κατά την εγγραφή της κάθε συσκευή δηλώνει τι είναι. Δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει ως αυτόνομη συσκευή. Μπορεί να υλοποιείται σαν μέρος του ελεγκτή ή του MCU.

Ελεγκτής πύλης (Gatekeeper): Παρέχει υπηρεσίες έλεγχου κλήσης όπως μετάφραση διευθύνσεων και διαχείριση εύρους ζώνης (bandwidth) όπως έχει οριστεί στο RAS. Ο ελεγκτής πύλης δεν είναι υποχρεωτικό τμήμα του δικτύου. Αν όμως είναι παρών τότε οι πύλες και τα τερματικά πρέπει να χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες που προσφέρουν.

Το H.323 ορίζει ότι ένας ελεγκτής πύλης (gatekeeper) πρέπει να προσφέρει υποχρεωτικά κάποιες υπηρεσίες.

- Μετάφραση διευθύνσεων (address translation)
- Έλεγχος εισόδου (admission control)
- Έλεγχος εύρους ζώνης (bandwidth control)
- Διαχείριση ζωνών (zone management)

Επιπλέον ορίζονται και κάποιες προαιρετικές δυνατότητες

- Σηματοδότηση έλεγχου κλήσης (call control signaling)
- Άδεια κλήσης (call authorization)
- Διαχείριση κλήσεων (call management)
- Δρομολόγηση σηματοδότησης κλήσης (call signaling routing)

Δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει ως αυτόνομη συσκευή. Μπορεί να υλοποιείται σαν μέρος της πύλης ή του MCU.

Ελεγκτής πολλαπλών σημείων (Multipoint control unit): Είναι μια προαιρετική συσκευή που όταν υπάρχει καθιστά ικανή τη διάσκεψη μεταξύ περισσότερων των τριών τερματικών. Αποτελείται από έναν υποχρεωτικό ελεγκτή πολλαπλών σημείων (multipoint controller, MC) και κάποιους, ή και κανέναν, επεξεργαστή πολλαπλών σημείων (multipoint processors, MP). Μπορεί να υλοποιηθεί σαν μέρος οποιασδήποτε από τις άλλες τρεις συσκευές του H.323.

4.4.1.3 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ H.323

- CODECs ήχου
- CODECs video
- H.225 εγγραφή, είσοδος και κατάσταση (registration, admission and status, RAS)
- H.225 σηματοδότηση κλήσεων
- H.245 σηματοδότηση έλεγχου
- T.120 data conferencing
- H.450 συμπληρωματικές υπηρεσίες
- H.235 ασφάλεια και απόκρυψη (security – encryption) για τη σειρά H
- Πρωτόκολλο μεταφοράς πραγματικού χρόνου (Real time transfer protocol, RTP)
- Πρωτόκολλο ελέγχου πραγματικού χρόνου (Real time control protocol, RTCP)

Αναλυτική αναφορά στο πρωτόκολλο H.323 γίνεται στο Παράρτημα I.

4.4.2 ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ SIP

Το SIP [2] είναι το πρότυπο που προτείνει το IETF για τη δημιουργία συνδέσεων VoIP. Το πρωτόκολλο εκκίνησης συνόδου (session initiation protocol) χαρακτηρίζεται ως πρωτόκολλο ελέγχου επιπέδου εφαρμογής (application-layer control protocol) που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία, τροποποίηση και διακοπή συνόδων με ένα ή περισσότερους συμμετέχοντες. Όταν λέμε σύνοδο (session) εννοούμε τηλεφωνικές κλήσεις μέσω internet, διανομή πολυμέσων, τηλεδιασκέψεις κ.α.

Το SIP είναι ένα πρωτόκολλο πελάτη-διακομιστή (client-server) όπως το http. Ο πελάτης στέλνει αιτήματα (requests) στο διακομιστή που αφού τα επεξεργαστεί στέλνει την κατάλληλη απόκριση. Το κάθε αίτημα μαζί με τις αποκρίσεις που προκαλεί αποτελούν μια συναλλαγή (transaction). Υπάρχουν δυο μηνύματα, INVITE και ACK, που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία αξιόπιστων καναλιών για τη ροή των μηνυμάτων έλεγχου. Για τις συνεννοήσεις που αφορούν τους κωδικοποιητές-αποκωδικοποιητές (codec) που θα χρησιμοποιηθούν, το SIP παρέχει το πρωτόκολλο περιγραφής συνόδου (session description protocol, SDP). Οι περιγραφές συνόδου (session descriptions) επιτρέπουν στους συμμετέχοντες να συμφωνήσουν σε ένα σύνολο συμβατών μέσων.

Οι υπηρεσίες που παρέχει το SIP είναι:

- Τοποθεσία χρήστη (User Location): προσδιορισμός του τέλους του συστήματος που χρησιμοποιείται για επικοινωνία.
- Δημιουργία κλήσης (Call Setup): «κουδούνισμα» και εγκατάσταση των παραμέτρων κλήσης και στις δύο πλευρές, τόσο από τη μεριά του καλούντος όσο και από τη μεριά του καλούμενου.
- Διαθεσιμότητα χρήστη (User Availability): καθορισμός της προθυμίας αυτού που καλεί να ασχοληθεί με την επικοινωνία.
- Ικανότητες χρήστη (User Capabilities): καθορισμός του μέσου και των παραμέτρων του για να χρησιμοποιηθεί.
- Χειρισμός κλήσης (Call handling): η μεταφορά και ο τερματισμός της κλήσης.

Το SIP βασίζεται στην υποστήριξη και άλλων πρωτοκόλλων από το τερματικό-πομπό.

4.4.2.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

- Πελάτης (Client): Μια εφαρμογή που στέλνει αιτήματα SIP. Μπορεί να αλληλεπιδρά ή όχι με κάποιο χρήστη.
- Διακομιστής (Server): Μια εφαρμογή που λαμβάνει αιτήματα με σκοπό να τα εξυπηρετήσει και να στείλει πίσω τις κατάλληλες αποκρίσεις.
- Κλήση: Αποτελείται από όλους τους συμμετέχοντες σε μια διάσκεψη που έχουν κληθεί από την ίδια πηγή. Κάθε κλήση SIP αναγνωρίζεται από ένα μοναδικό call-id. Αυτό σημαίνει ότι αν ένας χρήστης κληθεί σε μια διάσκεψη από αρκετά άτομα, κάθε μια πρόσκληση θα έχει ξεχωριστό call-id.
- Σκέλος κλήσης: Αναγνωρίζεται από το συνδυασμό του call-id και των addr-spec, tag που βρίσκονται στα πεδία To και From της επικεφαλίδας. Για το ίδιο call-id, τα μηνύματα από το A στο B ανήκουν στο ίδιο σκέλος όπως και τα μηνύματα με την αντίθετη φορά.
- Σύνοδος (Session): Όπως περιγράφεται στην προδιαγραφή του SDP: «Μια σύνοδος πολυμέσων αποτελείται από ένα σύνολο πομπών και δεκτών πολυμέσων και των ροών πακέτων (streams) που δημιουργούν». Όπως έχει αναφερθεί μπορεί το ίδιο άτομο να κληθεί πολλές φορές, μέσω διαφορετικών κλήσεων, στην ίδια σύνοδο. Αν χρησιμοποιείται το SDP τότε η σύνοδος ορίζεται από την αλληλουχία των εξής στοιχείων: user name, session id, τύπος δικτύου, τύπος διεύθυνσης και στοιχεία διεύθυνσης στο πεδίο προέλευσης.
- (SIP) Συναλλαγή: Μια συναλλαγή SIP λαμβάνει χώρα μεταξύ ενός πελάτη και ενός διακομιστή και αποτελείται από όλα τα μηνύματα, από το πρώτο αίτημα που στέλνει ο πελάτης ως την απόκριση του διακομιστή. Αναγνωρίζεται από τον αριθμό ακολουθίας CSeq.

4.4.2.2 SIP ΟΝΤΟΤΗΤΕΣ

Για να καταφέρει το SIP να υλοποιήσει τις απαραίτητες λειτουργίες για την εγκατάσταση συνόδων διατηρώντας παράλληλα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του (όπως η απλότητα και επεκτασιμότητα) είναι διαιρεμένο σε ένα σύνολο οντοτήτων (SIP Entities) από τις οποίες οι πιο κύριες είναι οι:

- Πράκτορες Χρήστη -USER AGENTS(UA).
- SIP Εξυπηρετητές -SIP SERVERS.

4.4.2.2.1 ΠΡΑΚΤΟΡΕΣ ΧΡΗΣΤΗ-USER AGENT

Οι User Agents εκκινούν και τερματίζουν συνόδους ανταλλάζοντας αιτήσεις (requests) και απαντήσεις (responses). Όπως υπονοείται από το όνομα, ένας User Agent παίρνει κάποια είσοδο από το χρήστη και λειτουργεί ως πράκτορας για λογαριασμό του χρήστη για την εγκατάσταση και τον τερματισμό διαλόγων με άλλους χρήστες. Κάθε UA πρέπει να διατηρεί πληροφορίες για την κατάσταση των κλήσεων, τις οποίες εκκινεί ή στις οποίες συμμετέχει. Οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιούνται και για την αποθήκευση των πληροφοριών για κάθε διάλογο, αλλά και για λόγους αξιοπιστίας.

Σύμφωνα με το RFC 3261 ο User Agent αποτελείται από έναν User Agent Client (UAC) και έναν User Agent Server (UAS). Ένας UAC μπορεί να δημιουργεί αιτήσεις οι οποίες προκύπτουν από έναν εξωτερικό παράγοντα (π.χ. το πάτημα από τον χρήστη ενός κουμπιού ή κάποιο σήμα στην τηλεφωνική γραμμή) και να επεξεργάζεται απαντήσεις. Ανάλογα ένας UAS είναι ικανός να λαμβάνει αιτήσεις και να δημιουργεί απαντήσεις οι οποίες μπορεί να προκύπτουν από τον χρήστη, το αποτέλεσμα της εκτέλεσης ενός προγράμματος ή μέσω ενός άλλου μηχανισμού. Η επεξεργασία της κάθε αίτησης γίνεται σε ατομικό επίπεδο και αν γίνει αποδεκτή τότε όλες οι αλλαγές κατάστασης που θα προκύψουν στον UAS πρέπει να εκτελεστούν αλλιώς καμία αλλαγή κατάστασης δεν πρέπει να γίνει.

4.4.2.2.2 PROXY SERVER

Ο Proxy Server ή αλλιώς Πληρεξούσιος Εξυπηρετητής είναι η οντότητα του πρωτοκόλλου, που δρομολογεί τις SIP αιτήσεις στους UAS και τις SIP απαντήσεις στους UAC. Μία αίτηση μπορεί να περάσει από πολλούς Proxies μέχρι να φτάσει στον τελικό της στόχο. Κάθε Proxy παίρνει με τη σειρά του αποφάσεις για τη σωστή δρομολόγηση της αίτησης, μεταβάλλοντας την αίτηση προτού την προωθήσει. Οι απαντήσεις δρομολογούνται μέσω των ίδιων Proxies προς την αντίθετη κατεύθυνση αυτή τη φορά.

Είναι χρήσιμο να θεωρήσει κανείς τους Proxies ως δρομολογητές του SIP-επιπέδου, που προωθούν τις SIP αιτήσεις και απαντήσεις. Η λογική που χρησιμοποιούν είναι όμως πιο πολύπλοκη από μια απλή προώθηση μηνυμάτων, που βασίζεται σε έναν πίνακα δρομολόγησης. Οι προδιαγραφές του SIP επιτρέπουν στους Proxies να προβαίνουν σε ενέργειες, όπως είναι η εγκυρότητα των αιτήσεων, η ταυτοποίηση των χρηστών και ο εντοπισμός και χειρισμός ατέρμωνων βρόχων. Η πολλαπλή χρησιμότητά τους επιτρέπει στο διαχειριστή του συστήματος να τους χρησιμοποιεί για διάφορους λόγους και σε διάφορες τοποθεσίες του δικτύου.

Ένας Proxy είναι σχεδιασμένος με τέτοιο τρόπο, ώστε η λειτουργία του να είναι όσο πιο διαφανή γίνεται στους UAs. Στους Proxy Servers επιτρέπεται να αλλάξουν οποιοδήποτε μήνυμα μόνο με κάποιους καθορισμένους και περιορισμένους τρόπους. Για παράδειγμα, δε μπορούν σε καμία περίπτωση να αλλάξουν το SDP σώμα ενός INVITE. Πλην κάποιων εξαιρέσεων, οι Proxies μπορούν να εκκινήσουν αιτήσεις με δική τους πρωτοβουλία. Δε μπορούν όμως να τερματίσουν έναν ενεργό

διάλογο στέλνοντας ένα BYE Request οι ίδιοι. Ένας Proxy Server διαχωρίζεται σε δύο κατηγορίες οι οποίες παρουσιάζονται σε επόμενες ενότητες:

- STATEFUL PROXY SERVER
- STATELESS PROXY SERVER

4.4.2.2.3 STATEFUL PROXY SERVERS

Ένας Δυναμικός Πληρεξούσιος Εξυπηρετητής (STATEFUL PROXY SERVER) δε χειρίζεται ανεξάρτητα μηνύματα, αλλά SIP συναλλαγές. Γνωρίζει την κατάσταση των συναλλαγών και των μηνυμάτων που έχουν σταλεί και μπορεί κατά συνέπεια να επεξεργάζεται καλύτερα τα εισερχόμενα μηνύματα. Χρησιμοποιεί την αποθηκευμένη πληροφορία επηρεάζοντας την επεξεργασία μελλοντικών εισερχόμενων αιτήσεων που σχετίζονται με μια αίτηση. Έχει την ικανότητα να διακλαδώσει μια αίτηση δρομολογώντας την σε πολλαπλούς προορισμούς. Κάθε αίτηση η οποία προωθείται σε περισσότερους από έναν προορισμούς πρέπει να χειρίζεται δυναμικά. Μπορεί να αλλάξει την λειτουργία του σε στατική οποιαδήποτε στιγμή κατά την διάρκεια της επεξεργασίας μιας αίτησης αρκεί να μην εκτελέσει κάποια δυναμική λειτουργία(δημιουργία απάντησης με κωδικό 100-100 response). Ένας STATEFUL PROXY δεν μπορεί να δημιουργήσει μια αίτηση-Cancel(CANCEL request). Παρουσιάζει όμως και κάποια μειονεκτήματα, όπως είναι η κατανάλωση μνήμης και η πολυπλοκότητα της υλοποίησής του.

4.4.2.2.4 STATELESS PROXY SERVERS

Ένας Στατικός Πληρεξούσιος Εξυπηρετητής (STATELESS PROXY SERVER) ενεργεί ως μια απλή μηχανή προώθησης SIP μηνυμάτων. Προωθεί κάθε εισερχόμενη αίτηση σε μια οντότητα της οποίας την διεύθυνση υπολογίζει παίρνοντας κάποιες αποφάσεις δρομολόγησης οι οποίες βασίζονται στις παραμέτρους της ίδιας της αίτησης(του μηνύματος-αίτηση), και απλά προωθεί κάθε απάντηση που λαμβάνει. Μετά από την προώθηση των αιτήσεων, απαντήσεων ένας stateless proxy παύει να διατηρεί πληροφορίες για τη συναλλαγή, στην οποία αναφέρεται το μήνυμα.

Σημειώνεται επίσης ότι ως Outbound Proxy αναφέρεται ο Proxy που λαμβάνει αιτήσεις από ένα πελάτη ανεξαρτήτως του προορισμού των μηνυμάτων που στέλνει ο πελάτης (Request-URI). Οι πελάτες μπορεί να επιλέξουν να στέλνουν κάθε εξερχόμενο μήνυμα μέσω ενός Outbound Proxy.

4.4.2.2.5 REDIRECT SERVERS

Ο Εξυπηρετητής Ανακατεύθυνσης (Redirect Server) είναι το απλούστερο είδος SIP Server. Ένας Εξυπηρετητής Ανακατεύθυνσης λαμβάνει SIP αιτήσεις και δίνει μια απάντηση της κλάσης 3xx, κατευθύνοντας τον πελάτη να επικοινωνήσει με μια

εναλλακτική ομάδα SIP διευθύνσεων. Οι εναλλακτικές διευθύνσεις υπάρχουν στο πεδίο Contact της επικεφαλίδας της απάντησης.

Η ανακατεύθυνση δίνει τη δυνατότητα στους Servers να επιστρέφουν πληροφορίες δρομολόγησης στους πελάτες, βοηθώντας στον εντοπισμό του στόχου, ενώ οι ίδιοι δε λαμβάνουν πλέον μέρος στη SIP συναλλαγή. Κατά συνέπεια, οι Redirect Servers δεν κρατάνε πληροφορίες για την κατάσταση των διαλόγων, αλλά μόνο για την πορεία ανεξάρτητων συναλλαγών που χειρίζονται οι ίδιοι. Η ανακατεύθυνση είναι μια απλή και γρήγορη διαδικασία, που επιτρέπει στους Redirect Servers να επιτυγχάνουν υψηλή απόδοση.

4.4.2.2.6 REGISTRAR SERVERS

Ο Registrar ή Εξυπηρετητής Εγγραφών είναι ένα είδος εξυπηρετητή, που δέχεται αιτήσεις εγγραφής (REGISTER Requests) και τοποθετεί όσες πληροφορίες λαμβάνει στο Location Service για το domain που χειρίζεται. Κάθε Registrar χειρίζεται τα REGISTER Requests για ένα συγκεκριμένο domain ή σύνολο domains. Χρησιμοποιεί το Location Service (μια αφηρημένη βάση με τοποθεσίες) για την αποθήκευση και την ανάκτηση πληροφοριών για τη θέση των χρηστών. Ο Location Service μπορεί να τρέχει σε ένα απομακρυσμένο μηχάνημα και η επικοινωνία μαζί του να γίνεται με τη χρήση ενός κατάλληλου πρωτοκόλλου (π.χ. με το LDAP). Η επιλογή εξαρτάται από την εκάστοτε υλοποίηση. Μερικές υλοποιήσεις μπορούν να τοποθετήσουν το Location Service και το Registrar στο ίδιο μηχάνημα.

Ο Registrar μπορεί να ζητήσει ταυτοποίηση των εισερχόμενων αιτήσεων χρησιμοποιώντας την 401 (Unauthenticated) απάντηση, ενώ απορρίπτει την αίτηση, αν λάβει κάποιο μήνυμα με μέθοδο άλλη από τη REGISTER δίνοντας μια 501 (Not Implemented) απάντηση. Συνήθως ένας Registrar συνυπάρχει στο ίδιο σύστημα με έναν Proxy και έναν Redirect Server και η διαφοροποίηση υφίσταται μόνο λογικά και όχι φυσικά.

4.4.2.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ SIP

1. Διευθυνσιοδότηση SIP και εύρεση διακομιστή (server): Το SIP χρησιμοποιεί διευθύνσεις σαν του email με τη μορφή user@domain, user@host, user@ip_address, phonenumber@gateway επειδή είναι η πιο κοινή μορφή διευθυνσιοδότησης στο internet. Με μια σειρά από DNS ελέγχους όπως αναζήτηση υπηρεσίας (searching of service, SRV) βρίσκεται ο διακομιστής στον οποίο «ανήκει» ο κληθής χρήστης. Ένα ακόμα πλεονέκτημα της μορφής αυτής είναι ότι εύκολα μπορεί να μετατραπεί σε URI (uniform resource identifier) όπως sip:mkour@auth.gr. Το πλεονέκτημα είναι ότι με τον τρόπο αυτό μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί σε μια ιστοσελίδα έτσι ώστε ενεργοποιώντας μια σύνδεση (link) ξεκινάει η κλήση όπως γίνεται στο mailto:URL.

Ο διακομιστής μπορεί να είναι είτε ενδιάμεσος (proxy) είτε επανακατευθυνόμενος (redirect) ανακατευθύνοντας την κλήση. Η διαδικασία εύρεσης του επόμενου

διακομιστή είναι γνωστή σε δρομολόγηση επόμενου βήματος (next-hop routing). Υπάρχει περίπτωση κατά τη διαδικασία αυτή ένας διακομιστής να βρει ότι πολλοί διακομιστές σε απόσταση ενός βήματος (next-hop servers) μπορούν να επικοινωνήσουν με το χρήστη που καλείται. Το SIP δίνει τη δυνατότητα σε έναν ενδιάμεσο διακομιστή (proxy server) να στείλει παράλληλα το ίδιο εισερχόμενο αίτημα σε πολλούς διακομιστές σε απόσταση ενός βήματος (next-hop servers).

2. Συναλλαγές SIP: Αφού βρεθεί ποιο είναι το τερματικό-πομπός του κληθέντος χρήστη όλα τα αιτήματα (requests) στέλνονται εκεί. Όπως είπαμε κάθε αίτημα μαζί με τις αποκρίσεις που προκαλεί σχηματίζουν μια συναλλαγή SIP. Τα αιτήματα μπορούν να σταλούν είτε μέσω TCP είτε μέσω UDP.

Αν χρησιμοποιηθεί ένα αξιόπιστο πρωτόκολλο (TCP) τότε όλα τα μηνύματα της ίδιας συναλλαγής μεταφέρονται μέσω της ίδιας σύνδεσης. Αν όμως χρησιμοποιηθεί το UDP ο δέκτης user agent στέλνει την απόκριση με βάση τις πληροφορίες που περιέχει το πεδίο Via στην επικεφαλίδα του αιτήματος. Σε πρωτόκολλα με την τεχνική αυτοτελών πακέτων πληροφορίας (datagram) η αξιοπιστία επιτυγχάνεται μέσω επαναπροστολή.

3. Πρόσκληση SIP: Μια πετυχημένη πρόσκληση (invitation) αποτελείται από δυο αιτήματα (requests), ένα INVITE ακολουθούμενο από ACK. Το INVITE ζητά από το χρήστη που καλείται να πάρει μέρος σε μια διάσκεψη ή σε μια απλή συνομιλία. Αφού συμφωνήσει να λάβει μέρος, ο χρήστης που έκανε την κλήση επιβεβαιώνει ότι έλαβε την απάντηση στέλνοντας ένα μήνυμα ACK. Το μήνυμα INVITE περιέχει μια περιγραφή της συνόδου (session) ώστε να παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες στο χρήστη που καλείται για να συμμετάσχει στη σύνοδο. Αν ο καλούμενος χρήστης θέλει να δεχτεί την κλήση στέλνει ένα μήνυμα με μια παρόμοια περιγραφή.

4. Εντοπισμός Χρήστη: Η τοποθεσία του καλούμενου χρήστη μπορεί να αλλάζει με το χρόνο. Αυτές οι τοποθεσίες μπορούν να εγγράφονται δυναμικά σε ένα SIP διακομιστή. Όταν θα ερωτηθεί για κάποιο χρήστη επιστρέφει μια λίστα με όλες τις πιθανές τοποθεσίες. Το τμήμα που επιτελεί αυτή τη λειτουργία μέσα σε ένα διακομιστή (server) λέγεται διαχειριστής θέσης (location manager).

5. Αλλαγή υπάρχουσας συνόδου (SESSION): Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να χρειαστεί να αλλάξουν κάποιες παράμετροι μιας συνόδου. Αυτό γίνεται στέλνοντας ένα νέο μήνυμα INVITE με το ίδιο call-id και με περιεχόμενο τις νέες παραμέτρους. Το μήνυμα αυτό πρέπει να έχει μεγαλύτερο CSeq από κάθε προηγούμενο αίτημα (request) του πελάτη (client) στο διακομιστή (server).

4.4.2.4 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ SIP

1. Μια διάσκεψη ή κλήση περιλαμβάνει μια ή περισσότερες συναλλαγές. Κάθε συναλλαγή μπορεί να διανύει διαφορετική διαδρομή. Σε μια τυπική κλήση, το μήνυμα INVITE μπορεί να περάσει από πολλούς διακομιστές (servers). Η απόκριση στο INVITE είναι ένα μήνυμα που περιέχει μια διεύθυνση στην οποία θα χρησιμοποιεί ο user agent client (UAC) για να στείλει τις επακόλουθες συναλλαγές απ' ευθείας στον

user agent server (UAS). Ένας διακομιστής (server) SIP δεν «θυμάται» αυτόν που έκανε την κλήση και αυτόν που τη δέχτηκε, όταν μια συναλλαγή τελειώσει. Αυτό αποδεικνύει την αξιοπιστία του συστήματος. Έτσι οι κλήσεις που γίνονται μέσω ενός διακομιστή δεν επηρεάζονται σε περίπτωση crash & recover του διακομιστή (server). Σε αντίθεση με το δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος που οι πόροι του δικτύου ελευθερώνονται μόνο με το τέλος κλήσης, εδώ η δέσμευση πόρων διαρκεί λίγο. Μπορεί όμως ένας ενδιάμεσος διακομιστής (proxy server) μέσω των πεδίων route και record-route να επιμείνει στο να γίνουν δια μέσω του όλες οι συναλλαγές της συνομιλίας (stateful server). Στο αντίθετο άκρο είναι οι stateless διακομιστές. Στην περίπτωση αυτή ο διακομιστής λαμβάνει ένα μήνυμα, το άπαντα ή το προωθεί και ξεχνάει τα πάντα. Αυτή η συμπεριφορά ταιριάζει με την τεχνική αποστολής αυτοτελών πακέτων (datagram), αρχιτεκτονική του internet που τα πακέτα περιέχουν αρκετές πληροφορίες για να δρομολογούνται ανεξάρτητα. Ένας stateful διακομιστής μπορεί ανά πάσα στιγμή να αλλάξει σε stateless χωρίς αυτό να επηρεάσει τη λειτουργία του. Η απόφαση για κάτι τέτοιο είναι του διαχειριστή του συστήματος. Η δυνατότητα αυτή επιτρέπει τη χρήση κεντρικών διακομιστών ως stateless ενώ άλλοι μικρότεροι να είναι stateful.

2. Το SIP δεν κάνει σχεδόν καμία εικασία για τα υποκείμενα πρωτόκολλα των επιπέδων μεταφοράς και δικτύου (transport and network layers). Το παρακάτω επίπεδο μπορεί να παρέχει υπηρεσίες ροής πακέτων ή byte. Στο internet το SIP είναι σε θέση να χρησιμοποιεί UDP και TCP σαν πρωτόκολλα μεταφοράς. Το UDP επιτρέπει καλύτερο έλεγχο του συγχρονισμού των μηνυμάτων και των επαναποστολών τους, να χρησιμοποιεί μετάδοση σε πολλούς αποδέκτες (multicast) κ.α. Οι διακομιστές μπορούν πιο εύκολα να αντιληφθούν SIP UDP πακέτα. Το TCP επιτρέπει πιο εύκολο πέρασμα από διακομιστές προστασίας (firewalls) αλλά και τη χρήση πολλαπλών συνδέσεων με τον ίδιο χρήστη. Διαφορετικά αιτήματα SIP μπορεί να χρησιμοποιούν διαφορετικές TCP συνδέσεις ή μια συνεχή. Γενικά τόσο οι user agents όσο και οι διακομιστές (ενδιάμεσοι, επανακατευθυντές, εγγραφείς) (proxy, redirect, registrar) πρέπει να παρέχουν UDP και TCP.

3. Το SIP βασίζεται σε κείμενο (text) με τη χρήση ISO 10646 σε κωδικοποίηση UTF-8. Αυτό επιτρέπει εύκολη υλοποίηση σε γλώσσες όπως java, tcl και perl, εύκολη έρευνα για λάθη και κυρίως κάνει το SIP εκτατό και ευέλικτο.

4.4.2.5 ΜΗΝΥΜΑΤΑ SIP

Η σύνταξη ενός μηνύματος SIP και τα πεδία της επικεφαλίδας ακολουθούν την προδιαγραφή HTTP/1.1. Ένα μήνυμα SIP μπορεί να είναι ή αίτημα που δημιουργείται από έναν πελάτη ή απόκριση που δημιουργείται από ένα διακομιστή. Και οι δυο τύποι χρησιμοποιούν τη γενική μορφή μηνύματος που περιγράφεται στο RFC 822. Αποτελούνται από μια αρχική γραμμή (start line), ένα ή περισσότερα πεδία επικεφαλίδας, μια γραμμή που περιέχει μόνο ένα χαρακτήρα (carriage return line feed) που είναι ενδεικτική του τέλους της επικεφαλίδας και προαιρετικά το σώμα του μηνύματος.

Η μορφή ενός μηνύματος αιτήματος (request) είναι η εξής:

Request = *Request-Line*

**(general-header | request-header | entity-header)*

CRLF

[message-body]

Request-Line = Method SP Request-URI SP SIP-Version CRLF

Request-URI = SIP-URL j absoluteURI

SIP-Version = "SIP/2.0"

SP= " "

Method = "INVITE" | "ACK" | "OPTIONS" | "BYE" | "CANCEL" | "REGISTER" |

extension-method

extension-method = token

1. Πεδία επικεφαλίδας (header fields): Οι SIP επικεφαλίδες είναι παρόμοιες με αυτές του HTTP όσον αφορά την σύνταξη και την σημασιολογία. Οι επικεφαλίδες κατασκευάζονται σύμφωνα με την παρακάτω γραμματική σε BNF μορφή όπως ορίζεται και στην παράγραφο 25 του RFC 3261:

*headers = "?" header *("&" header)*

header = hname "=" hvalue

hname = 1(hnv-unreserved / unreserved / escaped)*

*hvalue = *(hnv-unreserved / unreserved / escaped)*

hnv-unreserved = "[" / "]" / "/" / "?" / "." / "+" / "\$"

Το SIP επιτρέπει την ύπαρξη πολλών επικεφαλίδων με το ίδιο όνομα και διαφορετικές τιμές καθώς και την κατασκευή σύνθετων επικεφαλίδων (multiple header) που ορίζονται σύμφωνα με τον παρακάτω κανόνα:

*header = "header-name" HCOLON header-value *(COMMA header-value)*

Οπότε οι 3 παρακάτω επικεφαλίδες είναι ίδιες και μπορούμε να τις συναντήσουμε σε κάποιο μήνυμα SIP:

- *Route: <sip:alice@atlanta.com>*
Subject: Lunch
Route: <sip:bob@biloxi.com>
Route: <sip:carol@chicago.com>
- *Route: <sip:alice@atlanta.com>, <sip:bob@biloxi.com>*
Route: <sip:carol@chicago.com>
Subject: Lunch
- *Subject: Lunch*
Route: <sip:alice@atlanta.com>, <sip:bob@biloxi.com>, <sip:carol@chicago.com>

Η σειρά με την οποία εμφανίζονται οι επικεφαλίδες σε ένα μήνυμα SIP δεν ορίζεται όμως συνιστάται οι επικεφαλίδες οι οποίες χρειάζονται για την επεξεργασία στους proxy servers (π.χ. Via, Route, Record-Route, Proxy-Require, Max-Forwards, Proxy-Authorization) να εμφανίζονται στην αρχή για την αποφυγή άσκοπης σάρωσης ολόκληρου του μηνύματος.

Μια επικεφαλίδα μπορεί επίσης να συνοδεύεται από μια ή περισσότερες παραμέτρους οι οποίες προστίθενται στο τέλος της τιμής μετά από ένα ερωτηματικό «;» όπως περιγράφεται από τον παρακάτω κανόνα:

field-name: field-value *(;parameter-name=parameter-value)

Αν και μπορούν να προστεθούν πολλές παράμετροι σε μια επικεφαλίδα δεν μπορούν να εμφανίζονται παραπάνω από μια παράμετροι με το ίδιο όνομα. Τα ονόματα και οι τιμές των επικεφαλίδων, τα ονόματα και οι τιμές των παραμέτρων καθώς και τα αλφαριθμητικά που ορίζονται μέσα σε εισαγωγικά είναι Case-Insensitive εκτός αν ορίζεται αλλιώς για κάποια επικεφαλίδα. Παραδείγματος χάρη οι παρακάτω επικεφαλίδες δεν διαφέρουν:

- Contact: <sip:alice@atlanta.com>;expires=3600
CONTACT: <sip:alice@atlanta.com>;ExPiReS=3600
- Content-Disposition: session;handling=optional
content-disposition: Session;HANDLING=OPTIONAL

Το SIP διαθέτει επίσης έναν μηχανισμό (Compact Form) για να μειώνει το μέγεθος ενός μηνύματος όταν είναι απαραίτητο (π.χ. όταν χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο UDP για να μην υπερβαίνει το μέγιστο επιτρεπόμενο μέγεθος πακέτου- Maximum Transmission Unit<MTU>) ορίζοντας κάποιες συντομογραφίες στα ονόματα κάποιων επικεφαλίδων (π.χ. Contact = m και Content-Encoding = e).

Μερικές επικεφαλίδες που χρησιμοποιούνται σήμερα φαίνονται στον Παράρτημα II.

2. Οι έννοιες dialog και transaction: Σύμφωνα με το RFC 3261 ένας SIP Διάλογος (SIP Dialog) είναι μια peer-to-peer σχέση ανάμεσα σε δύο User Agents η οποία υφίσταται για κάποια χρονική περίοδο. Ένας SIP Dialog καθορίζεται από συγκεκριμένες μεθόδους οι οποίες σηματοδοτούν την αρχή και το τέλος του, π.χ. από μια Invite αίτηση έως μια επιτυχής απάντηση 2xx, και περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες και τα μηνύματα ανάμεσα από τα δύο αυτά όρια.

Ένα SIP Dialog χαρακτηρίζεται μοναδικά από 3 τιμές οι οποίες είναι απαραίτητες σε κάθε μήνυμα το οποίο μπορεί να είναι μέρος ενός Dialog:

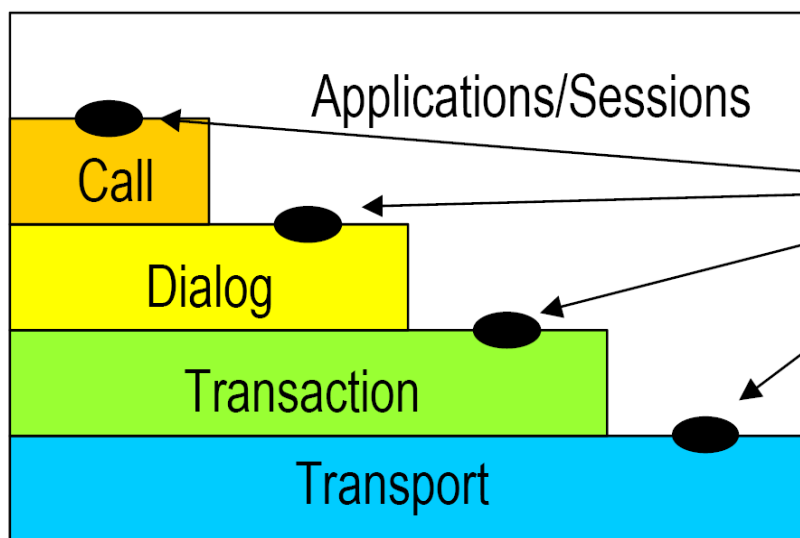
- Call-Identifier(Call-id Header)
- Local Tag
- Remote Tag

Ένα SIP Transaction είναι η διαδικασία μεταξύ ενός Client και ενός Server και οριοθετείται από την αποστολή της αρχικής αίτησης από τον Client στον Server μέχρι την αποστολή της τελικής απάντησης (όχι της κλάσης 1xx) από τον Server στον Client.

SIP Transactions υπάρχουν μέσα σε SIP Dialog αλλά ορίζονται και ανεξάρτητα σε μερικές περιπτώσεις όπως στην διαδικασία Register ενός User Agent με ένα Registrar όπου η όλη διαδικασία περιγράφεται από ένα Transaction.

Οι Transaction και Dialog αποτελούν μέρος του ιεραρχικού μοντέλου του SIP ορίζοντας 2 επίπεδα(Εικόνα 4.7):

- Transaction Layer
- Dialog Layer



Εικόνα 4.7: Ιεραρχικό μοντέλο του Sip

3. Μέθοδοι: Οι μέθοδοι (methods) που χρησιμοποιεί το SIP ορίζονται παρακάτω. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα ονόματά τους είναι case sensitive.

- INVITE: Προσκαλεί ένα χρήστη ή μια υπηρεσία σε μια σύνοδο. Το σώμα του μηνύματος περιέχει την περιγραφή της συνόδου.
- ACK: Επιβεβαιώνει ότι ο καλών χρήστης έχει λάβει την τελική απόκριση σε ένα αίτημα INVITE.
- OPTIONS: Χειρίζεται τις δυνατότητες του διακομιστή.
- BYE: Τερματίζει μια κλήση ή ένα αίτημα κλήσης.
- CANCEL: Τερματίζει κάθε ανολοκλήρωτο αίτημα.
- REGISTER: Καταγράφει την τωρινή θέση ενός χρήστη.
- INFO: Αναπαριστά πληροφορίες που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της κλήσης όπως ISUP και DTFM τόνοι.
- PRACK: Είναι μια προσωρινή επιβεβαίωση.

Άλλες μέθοδοι είναι οι COMET, SUBSCRIBE & NOTIFY. Οι μέθοδοι που δεν υποστηρίζονται από ενδιάμεσο ή επανακατευθυνόμενο (redirect) διακομιστή χρησιμοποιούνται σαν OPTIONS και προωθούνται κατάλληλα. Αντίθετα οι μέθοδοι που δεν υποστηρίζονται από user agents και εγγραφείς (registrars) προκαλούν 501 server failure.

4. Απόκριση: Ένας διακομιστής αφού λάβει και επεξεργαστεί ένα αίτημα στέλνει την κατάλληλη απάντηση. Το μήνυμα αυτό περιέχει μια γραμμή κατάστασης (status line), πεδία επικεφαλίδας και το σώμα του μηνύματος. Η γραμμή κατάστασης περιέχει την έκδοση του SIP, κώδικα κατάστασης (status-code) και μια περιγραφή του κώδικα κατάστασης βασισμένη σε κείμενο (reason-phrase).

```
Response = Status-Line
*( general-header | response-header | entity-header )
CRLF
[ message-body ]
Status-Line = SIP-version SP Status-Code SP Reason-Phrase CRLF
Status-Code = Informational | Success | Redirection | Client-Error | Server-Error |
Global-Failure | extension-code
extension-code = 3DIGIT
Reason-Phrase = *<TEXT-UTF8, excluding CR, LF>
```

Ο κώδικας κατάστασης είναι τριψήφιος αριθμός. Υπάρχουν 6 τύποι αυτού του πεδίου.

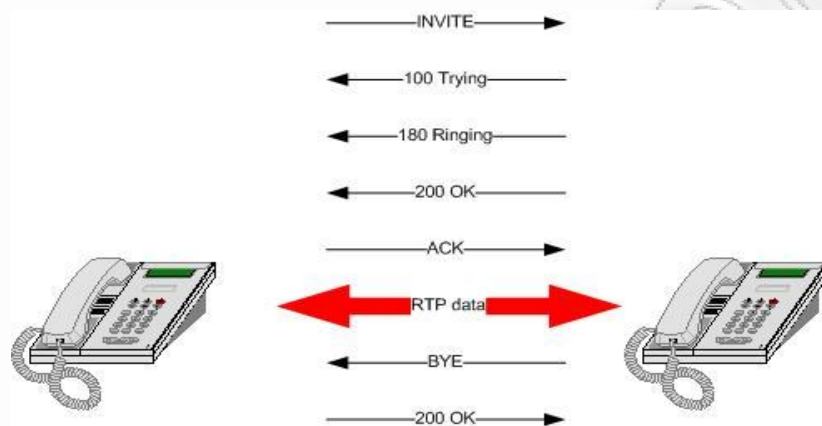
- 1) 1xx: Το αίτημα ελήφθη και προωθείται για επεξεργασία
Π.χ. 180 RINGING.
- 2) 2xx: Πετυχημένη παραλαβή
Π.χ. 200 OK.
- 3) 3xx: Επιπλέον ενέργειες πρέπει να γίνουν για να ολοκληρωθεί το αίτημα.
302 MOVED TEMPORARILY.
- 4) 4xx: Το αίτημα έχει λάθος σύνταξη ή δεν μπορεί να εκπληρωθεί από αυτόν το διακομιστή. Π.χ. 404 NOT FOUND
- 5) 5xx: Το αίτημα δεν έχει λάθη αλλά ο διακομιστής δεν μπορεί να το εκπληρώσει.
Π.χ. 501 NOT IMPLEMENTED.
- 6) 6xx: Το αίτημα δεν μπορεί να εκπληρωθεί από κανένα διακομιστή.
Π.χ. 600 BUSY EVERYWHERE

Αναλυτική αναφορά σε όλες οι γνωστές αποκρίσεις SIP γίνεται στο Παράρτημα III [6].

Μια σύνοδος κλήσης sip ανάμεσα σε 2 τηλέφωνα πραγματοποιείται ως εξής (Εικόνα 4.8):

- Το τηλέφωνο που πραγματοποιεί την κλήση στέλνει μια πρόσκληση
- Το καλούμενο τηλέφωνο στέλνει πληροφοριακή απόκριση 100 – Γίνεται προσπάθεια – πίσω
- Όταν το καλούμενο τηλέφωνο αρχίσει να κτυπά, στέλνεται μια απόκριση 180 – κουδούνισμα
- Όταν ο καλών σηκώσει το τηλέφωνο, το τηλέφωνό του στέλνει μια απόκριση 200 - OK

- Το τηλέφωνο που πραγματοποιεί την κλήση αποκρίνεται με ACK - αναγνώριση
- Τώρα η πραγματική συνομιλία μεταδίδεται ως δεδομένα μέσω RTP
- Όταν ο καλών κλείσει το τηλέφωνο, στο τηλέφωνο που πραγματοποιεί την κλήση στέλνεται μια απόκριση BYE
- Το τηλέφωνο που πραγματοποιεί την κλήση αποκρίνεται με μια απόκριση 200 - OK



A SIP call session between 2 phones – without SIP PROXY

Εικόνα 4.8: Παράδειγμα SIP συνεδρίασης [7]

4.4.2.6 ΑΣΦΑΛΕΙΑ SIP

1. Εμπιστευτικότητα και κρυπτογράφηση (confidentiality & encryption): Τα μηνύματα SIP μπορεί να περιέχουν ευαίσθητες πληροφορίες. Ακόμα στο σώμα του μηνύματος μπορεί να υπάρχει το κλειδί της κωδικοποίησης της συνόδου. Το SIP υποστηρίζει 2 συμπληρωματικές υπηρεσίες για την προστασία των δεδομένων:

1. Κρυπτογράφηση για όλη τη διαδρομή (End-to-end encryption): βασίζεται σε κλειδιά που έχουν οι χρήστες. Κάθε μήνυμα στέλνεται κωδικοποιημένο με το κλειδί του παραλήπτη έτσι ώστε μόνο αυτός να μπορεί να το διαβάσει. Πρέπει σημειωθεί ότι δεν κωδικοποιείται ολόκληρο το μήνυμα. Κάποια πεδία της επικεφαλίδας πρέπει να είναι «ελευθέρα» γιατί τα δεδομένα που περιέχουν είναι απαραίτητα στους ενδιάμεσους διακομιστές. Όλες οι υλοποιήσεις πρέπει να υποστηρίζουν κωδικοποίηση PGP (pretty good privacy).
2. Κρυπτογράφηση ανά βήμα (Hop-by-hop encryption): με τη μέθοδο αυτή μπορούμε να κωδικοποιήσουμε ολόκληρο το μήνυμα. Έτσι, κανονικά, δεν αποκαλύπτονται σε hackers οι διευθύνσεις των ατόμων που συνομιλούν. Αλλά αυτό δεν συμβαίνει. Τα δεδομένα αυτά είναι γνωστά στους ενδιάμεσους διακομιστές (για να γίνει η δρομολόγηση) και συνεπώς μπορούν βρεθούν μέσω της ανάλυσης της κίνησης που περνάει από το διακομιστή. Ακόμα και έτσι όμως η παρεχόμενη ασφάλεια είναι ικανοποιητική. Η μέθοδος αυτή μπορεί να

χρησιμοποιηθεί ακόμα και αν το μήνυμα έχει αρχικά κωδικοποιηθεί με βάση την κρυπτογράφηση για όλη τη διαδρομή (end-to-end encryption).

Η κωδικοποίηση PGP ακολουθεί την παρακάτω σύνταξη:

```
Encryption = "Encryption" ":" "pgp" pgp-params  
pgp-params = 1# ( pgp-version | pgp-encoding )  
pgp-encoding = "encoding" "=" "ASCII" | token
```

encoding: περιγράφει την κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα η τιμή ASCII αναφέρεται στην καθιερωμένη ASCII κωδικοποίηση. Έχει προεπιλεγεί η κωδικοποίηση "binary".

Παράδειγμα: Encryption: pgp version="2.6.2", encoding="ASCII"

2. Έλεγχος πρόσβασης και ακεραιότητα μηνυμάτων μέσω πιστοποίησης (authentication): Πρέπει να ληφθούν προστατευτικά μέτρα για την αποτροπή αλλαγής ενός μηνύματος ή ακόμα απάντησης από κάποιον cracker. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ίδια κρυπτογραφικά μέσα που χρησιμοποιούνται για την αυθεντικότητα των μηνυμάτων και την αυθεντικότητα της προέλευσης του μηνύματος. Όμως ο βασικός μηχανισμός και η περίληψη (basic και digest) προσφέρουν μόνο πιστοποίηση και όχι την ακεραιότητα (integrity) των μηνυμάτων. Το επίπεδο μεταφοράς (transport layer) και το επίπεδο δικτύου (network layer) προσφέρουν κάποιους μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται για τη πιστοποίηση ανά βήμα (hop-by-hop authentication). Το SIP επίσης υποστηρίζει το βασικό και περιληπτικό διάγραμμα (basic και digest schemes) του HTTP. Κάθε υλοποίηση πρέπει να υποστηρίζει πιστοποίηση PGP.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση της βασικής μεθόδου δεν ενθαρρύνεται επειδή το password στέλνεται σαν απλό κείμενο. Μάλιστα το RFC 3261 δεν επιτρέπει τη χρήση του.

4.4.2.7 ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

Όλοι οι πελάτες πρέπει να μπορούν να χειριστούν μηνύματα INVITE και ACK. Πρέπει επίσης να δημιουργούν και να αναλύουν τα πεδία call-id, content-length, content-type, CSeq, from και to. Η ελάχιστη υλοποίηση πρέπει να καταλαβαίνει το πρωτόκολλο SDP και να αναγνωρίζει τις τάξεις του κωδικού κατάστασης από την 1^η ως την 6^η και να δρα κατάλληλα.

Ο διακομιστής πρέπει να καταλαβαίνει τα μηνύματα INVITE, ACK, OPTIONS, και BYE. Ειδικά οι ενδιάμεσοι διακομιστές πρέπει να καταλαβαίνουν και το μήνυμα CANCEL. Πρέπει επίσης να δημιουργούν και να αναλύουν τα πεδία call-id, content-length, content-type, CSeq, from, max-forwards, require, to και via. Τα πεδία CSeq και timestamp πρέπει να περιλαμβάνονται στην απόκριση.

4.4.2.8 ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΑΛΛΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

Ένα από τα πιο δυνατά σημεία του SIP είναι η δυνατότητά του να ενσωματώνει άλλα πρωτοκολλά. Πιο συγκεκριμένα το SIP μπορεί να συνεργάζεται πολύ καλά με δυο εφαρμογές που κυριαρχούν στο internet , το web και το mail.

Η συνεργασία του SIP με το Web είναι σε πολλά επίπεδα. Και τα δύο μεταφέρουν περιεχόμενο MIME και αυτό επιτρέπει στο SIP να επιστρέφει το αποτέλεσμα ενός μηνύματος σε μια ιστοσελίδα.

Οι χρήστες αναγνωρίζονται με τη χρήση ενός URL που μπορεί να μπει σε κάθε εφαρμογή που χρησιμοποιεί URLs , όπως το mail και το web. Έτσι μπορεί να εκκινήσει κανείς μια κλήση κάνοντας απλά ένα click όπως ακριβώς για να πάει σε μια άλλη ιστοσελίδα. Με τη χρήση προς τα πίσω συμβατότητας το SIP μπορεί να έχει πρόσβαση σε εργαλεία όπως το CGI (common gateway interface). Μέσω προγραμματισμού μπορούν να υλοποιηθούν υπηρεσίες, όπως η προώθηση κλήσης και εικονικά ιδιωτικά δίκτυα (virtual private networks).

Μια διεύθυνση SIP είναι ίδια με μια διεύθυνση email. Έτσι ένα μήνυμα INVITE μπορεί να σταλεί και μέσω mail αν όλοι οι άλλοι τρόποι αποτύχουν. Επίσης η μορφή των μηνυμάτων SIP και SMTP είναι παρόμοια και ένας διακομιστής μπορεί εύκολα να μετατρέψει ένα μήνυμα SIP σε mail και να το προωθήσει στον παραλήπτη στην περίπτωση που είναι offline.

4.4.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝΙΚΩΝ H.323 – SIP [8]

	H.323 v2	SIP
Υπηρεσίες ελέγχου κλήσης		
Call holding	Ναι	Ναι
Call transfer	Ναι	Ναι
Call forwarding	Ναι	Ναι
Call waiting	Ναι	Ναι
Επιπλέον χαρακτηριστικά		
Third party control	Όχι	Ναι
Conference	Ναι	Ναι
Click for dial	Ναι	Ναι
Capability exchange	Ναι	Ναι
QOS		
Call set up delay	3-4	2-3
Packet loss delivery	Μέσω TCP	Καλύτερο
Fault detection	Ναι	Ναι
Fault tolerance	Δεν παρέχεται	Καλό
Manageability		
Admission control	Ναι	Όχι
Policy control	Ναι	Όχι
Resource reservation	Όχι	Όχι
Scalability		
Transport control neutrality	TCP	TCP/UDP
Extensibility of functionality	Καθορίζεται από τον κατασκευαστή	Ναι
Ease of customization	Δύσκολο	Εύκολο
Interoperability		
Version compatibility	Ναι	Άγνωστο
SCN signaling interoperability	Καλύτερο	Χειρότερο
Ease of implementation		
Protocol encoding	Binary	Text

5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

Το SIP λειτουργεί παράλληλα με άλλα πρωτόκολλα όπως το RSVP (resource reservation protocol), RTP/RTCP (real time transport protocol/real time control protocol), RSTP (real time streaming protocol), SAP (session announcement protocol) και SDP (session description protocol). Το RTP/RTCP χρησιμοποιείται για τη μεταφορά δεδομένων πραγματικού χρόνου, το RSVP για την εξασφάλιση των απαραίτητων πόρων του δικτύου, το RSTP για τον έλεγχο της παράδοσης μιας ροής δεδομένων (stream), το SAP για τη δημοσιοποίηση μιας συνόδου πολυμέσων (multimedia session) και το SDP για την περιγραφή συνόδων πολυμέσων. Το H.323 συνεργάζεται και αυτό με τα RTP και RTCP. Σήμερα οι πύλες (gateways) φωνής συνήθως αποτελούνται από δυο τμήματα: την πύλη σηματοδότησης (signaling gateway) και την πύλη διαβίβασης φωνής, δεδομένων, εικόνας (media gateway). Τα δυο αυτά τμήματα επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω του MGCP (media gateway access protocol) που συνεργάζεται τόσο με το SIP όσο και με το H.323 [3].

5.1 MGCP (MEDIA GATEWAY CONTROL PROTOCOL)

Είναι το πρωτόκολλο που ορίζει την επικοινωνία μεταξύ των ελεγκτών κλήσης (call agents) και των πυλών τηλεφωνίας. Ο ρόλος του είναι να στέλνει εντολές από τους ελεγκτές κλήσης στις πύλες και αυτές να τις εκτελούν.

Οι ελεγκτές κλήσης είναι γνωστοί και ως πύλες ελέγχου φορέων επικοινωνίας (media gateway controllers). Το MGCP είναι ένα πρωτόκολλο έλεγχου που επιτρέπει σε ένα κεντρικό συντονιστή να ελέγχει τη δραστηριότητα στα τηλέφωνα IP και στις πύλες και να τους δίνει οδηγίες για την αποστολή δεδομένων σε συγκεκριμένες διευθύνσεις. Προέκυψε από την ένωση δυο άλλων πρωτοκόλλων, του SGCP (simple gateway control protocol) και του IPDC (internet protocol device control).

Το MGCP εισήγαγε τόσο τις έννοιες της σύνδεσης (connection) και των τερματικών σημείων (endpoints) για τη δημιουργία διαδρόμων μεταξύ των συνομιλούντων όσο και τις έννοιες των γεγονότων (events) και των σημάτων (signals) για την έναρξη και τη λήξη μιας κλήσης. Κύριος στόχος του MGCP είναι η απλή υλοποίηση και η αξιοπιστία. Με τον τρόπο αυτό οι προγραμματιστικές δυσκολίες συγκεντρώνονται στους ελεγκτές κλήσης ώστε οι παροχείς τέτοιων υπηρεσιών να παρέχουν εύκολη και φτηνή πρόσβαση στο δίκτυο.

5.1.1 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΕΡΜΑΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ

Τα τερματικά σημεία είναι οι πομποί ή οι δέκτες δεδομένων. Οι συνδέσεις μπορούν να είναι είτε σημείο προς σημείο (point to point) είτε μεταξύ πολλαπλών

σημείων (multipoint). Συνδέσεις μπορούν να γίνουν πάνω από διάφορα δίκτυα π.χ. TCP, ATM κ.α.

5.1.2 ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΚΑΙ ΣΗΜΑΤΑ (EVENTS & SIGNALS)

Ένας ελεγκτής κλήσης μπορεί να ζητήσει να ενημερωθεί όταν συμβούν κάποια γεγονότα στο τερματικό σημείο όπως για παράδειγμα το σήκωμα ακουστικού και η κλήση αριθμού. Ανάλογα με το γεγονός μπορεί να στείλει κάποιο σήμα (π.χ. κατειλημμένη γραμμή). Τα γεγονότα και τα σήματα σχηματίζουν ομάδες. Κάθε τερματική συσκευή ανάλογα με τον τύπο της υποστηρίζει κάποιες από αυτές τις ομάδες ανάλογα με το ρόλο της.

5.1.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Συνδέσεις δημιουργούνται στον ελεγκτή κλήσης σε κάθε τερματικό σημείο που θα πάρει μέρος στην κλήση. Όταν δυο τερματικά σημεία βρίσκονται σε πύλες που ελέγχονται από τον ίδιο ελεγκτή, η δημιουργία γίνεται μέσω των ακόλουθων βημάτων

- Ο ελεγκτής κλήσης ζητάει από την πρώτη πύλη να δημιουργήσει μια σύνδεση το πρώτο τερματικό σημείο. Η απάντηση που στέλνει η πύλη περιλαμβάνει μια περιγραφή της συνόδου (session description). Η περιγραφή αποτελείται από τις πληροφορίες που χρειάζονται τρίτοι για να στείλουν πακέτα στη νέα σύνδεση (δηλαδή να συνομιλήσουν με το συγκεκριμένο χρήστη).
- Ο ελεγκτής κλήσης τότε στέλνει την περιγραφή της συνόδου της πρώτης πύλης στη δεύτερη και της ζητά να δημιουργήσει μια σύνδεση με το δεύτερο τερματικό σημείο. Η δεύτερη πύλη απαντά στέλνοντας την περιγραφή της δικής της συνόδου.
- Όταν ο ελεγκτής λάβει και τη δεύτερη περιγραφή τη στέλνει στο πρώτο τερματικό σημείο. Τώρα τα δύο σημεία μπορούν να επικοινωνήσουν.
- Αν οι δύο πύλες βρίσκονται σε διαφορετικούς ελεγκτές κλήσης τότε η ανταλλαγή των περιγραφών των συνόδων γίνεται πρώτα μεταξύ των δυο ελεγκτών. Αυτό γίνεται μέσω πρωτοκόλλου σηματοδότησης μεταξύ ελεγκτών.

5.1.4 ΕΝΤΟΛΕΣ MGCP

- CreateConnection: Προσαρτεί σε μια διεύθυνση IP και σε μια θύρα ένα τερματικό σημείο. Αν η εντολή εκτελεστεί από την πύλη τότε στέλνει την ταυτότητα της σύνδεσης (connectionId) που μοναδικά προσδιορίζει μια σύνδεση.

- **ModifyConnection:** Χρησιμοποιείται από τον ελεγκτή κλήσης για να αλλάξει παραμέτρους μιας υπάρχουσας σύνδεσης. Η απόκριση περιλαμβάνει μια λίστα με τις παραμέτρους της σύνδεσης.
- **DeleteConnection:** Την εντολή αυτή τη χρησιμοποιεί ο ελεγκτής κλήσης ή η πύλη για να διαγράψει μια σύνδεση.
- **NotificationRequest:** Αν ένας ελεγκτής κλήσης θέλει να ενημερωθεί όταν συμβεί κάποιο συγκεκριμένο γεγονός στο τερματικό σημείο που ελέγχει τότε στέλνει αυτή την εντολή στην πύλη. Όπως είπαμε το γεγονός μπορεί να είναι η κλήση αριθμού, το σήκωμα ή το κλείσιμο ακουστικού κ.α.
- **Notify:** Η απάντηση σε μια εντολή **NotificationRequest** στέλνεται μέσω της εντολής **notify** που στέλνει η πύλη. Περιλαμβάνει μια λίστα με τα γεγονότα που «παρατήρησε» η πύλη.
- **AditEndpoint:** Αυτή η εντολή χρησιμοποιείται από τον ελεγκτή κλήσης για να πάρει πληροφορίες για την κατάσταση κάποιων τερματικών σημείων.
- **AuditConnection:** Για να πάρει πληροφορίες για μια συγκεκριμένη σύνδεση, ο ελεγκτής κλήσης στέλνει αυτή την εντολή. Ως παράμετρο δέχεται την ταυτότητα της σύνδεσης (**connectionId**).
- **RestartInProgress:** Με την εντολή αυτή μια πύλη δηλώνει ότι ένα ή περισσότερα τερματικά σημεία τέθηκαν εκτός υπηρεσίας.

5.2 RTP/RTCP

Το Real-Time Transport Protocol [9] (πρωτόκολλο μεταφοράς πραγματικού χρόνου) ορίζει ένα τυπικό μορφότυπο πακέτου για την παράδοση ήχου και εικόνας με χαρακτηριστικά πραγματικού χρόνου μέσω του διαδικτύου. Δημιουργήθηκε από τον όμιλο Audio Video Transport Working του IETF και δημοσιεύτηκε για πρώτη φορά το 1996 ως RFC 1889. Έπειτα ανανεώθηκε το 2003 και ορίζεται στο RFC 3550.

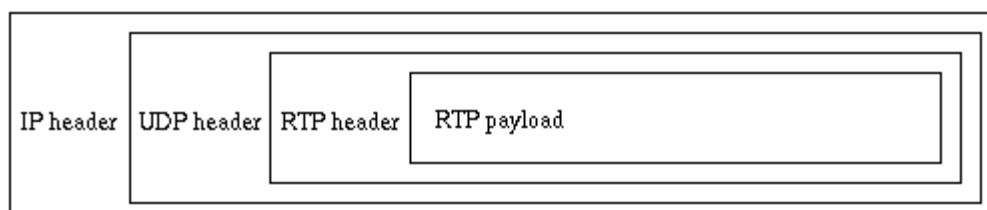
Το RTP χρησιμοποιείται συνήθως σε:

- **Simple multicast Audio Conference:** συνδιάσκεψη μόνο φωνής σε
- **Audio and Video Conference:** Συνδιάσκεψη με ήχο και εικόνα.
- **Mixers and Translators:** Οι μεταφραστές απλώς μεταφράζουν μια μορφή ωφέλιμου φορτίου σε μια άλλη, ενώ οι μίκτες συνδυάζουν πολλαπλά ρεύματα σε ένα απλό ρεύμα διατηρώντας την αρχική τους μορφή. Μίκτες και μεταφραστές χρησιμοποιούνται συνήθως για την μετάδοση σε δίκτυα χαμηλών και υψηλών ταχυτήτων ταυτόχρονα (low-speed networks and high-speed networks).
- **Layered Encodings:** Ελέγχει τον ρυθμό μετάδοσης από την πλευρά του δέκτη και απελευθερώνει την πηγή συνδυάζοντας ένα σύστημα layered-encoding και ένα layered-transmission (rate-adaption στον δέκτη).

Το RTP είναι στενά συνδεδεμένο με το RTCP πρωτόκολλο(Real Time Control Protocol). Ενώ το RTP χρησιμοποιείται για την μεταφορά των δεδομένων το RTCP παρέχει πληροφορίες ποιότητας της συνόδου (QoS) καθώς και των μελών της συνόδου. Συνήθως τα RTP- RTCP δεσμεύουν τις θύρες μεταξύ 16384-32767. Το RTP δεσμεύει μια θύρα ζυγού αριθμού ενώ το RTCP την αμέσως επόμενη μονή.

Παρόλο που το κύριο πεδίο εφαρμογής για το οποίο είναι αρχικά σχεδιασμένο το RTP είναι η ικανοποίηση των αναγκών πολυμελούς τηλεδιάσκεψης πολυμέσων, εντούτοις δεν περιορίζεται στη συγκεκριμένη εφαρμογή. Εφαρμογές αποθήκευσης continuous δεδομένων, interactive distributed simulation, active badge, εφαρμογές ελέγχου και μετρήσεων και άλλες εφαρμογές πραγματικού χρόνου μπορούν να χρησιμοποιήσουν το RTP ικανοποιητικά.

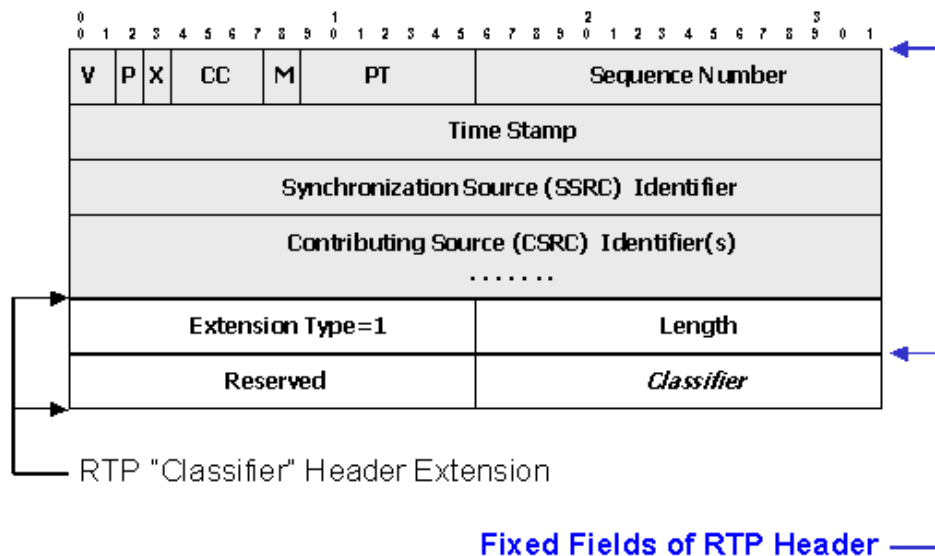
Το RTP παρέχει υπηρεσίες μεταφοράς από άκρο σε άκρο, αλλά δεν παρέχει όλη την λειτουργικότητα που παρέχεται από ένα τυπικό πρωτόκολλο μεταφοράς. Για παράδειγμα, το RTP συνήθως λειτουργεί στην κορυφή του UDP για να χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες πολύπλεξης και αθροίσματος ελέγχου του πρωτοκόλλου αυτού(Εικόνα 5.1). Μπορεί όμως να λειτουργεί και πάνω από IPX δίκτυα ή πάνω ATM δίκτυα. Το RTP δεν γνωρίζει την έννοια της σύνδεσης και γι αυτό μπορεί να λειτουργεί είτε πάνω από προσανατολισμένα κατά σύνδεση δίκτυα είτε πάνω από χωρίς σύνδεση πρωτόκολλα χαμηλού επιπέδου.



Εικόνα 5.1: RTP δεδομένα σε ένα IP πακέτο.

5.2.1 ΔΟΜΗ RTP ΠΑΚΕΤΟΥ

Κάθε πακέτο RTP περιέχει στην αρχή του μία επικεφαλίδα που αποτελείται από 12 υποχρεωτικά πεδία (octets) και 1 προαιρετικό(CSRC identifiers). Στην εικόνα 5.2 φαίνεται η δομή της RTP επικεφαλίδας και η περιγραφή όλων των πεδίων.



Εικόνα 5.2: Επικεφαλίδα ενός RTP πακέτου.

- Version-“V” (2 bits): Δείχνει την τρέχουσα έκδοση του πρωτοκόλλου. Αυτή τη στιγμή η τρέχουσα έκδοση είναι η 2.
- Padding-“P”(1 bit): Χρησιμοποιείται στην περίπτωση που η εφαρμογή απαιτεί η μεταδιδόμενη πληροφορία να είναι πολλαπλάσια ενός ακέραιου αριθμού bits. Η πληροφορία ενδέχεται να μην είναι πολλαπλάσιο αυτού του αριθμού, οπότε ο αριθμός 1 στο bit μας πληροφορεί πως υπάρχουν άχρηστα bits στο τέλος του πακέτου. Το τελευταίο byte του πακέτου σημειώνει τον ακριβή αριθμό από bits που είναι άχρηστα.
- Extension-“X” (1 bit): Όταν είναι ίσο με 1 τότε το σταθερό τμήμα της επικεφαλίδας ακολουθείται από την επέκταση της επικεφαλίδας, η οποία χρησιμοποιείται για πειραματικούς σκοπούς.
- Contributing Source (CSRC) Identifier-“CC”(4 bits): ο κωδικός του CSRC που ακολουθεί τη σταθερή επικεφαλίδα.
- Marker-“M”(1 bit): εξαρτάται από το είδος της πληροφορίας που μεταδίδει το πακέτο. Συνήθως σημαδεύει ένα όριο στη συνεχή ροή της πληροφορίας, π.χ. το τέλος ενός video frame ή την αρχή ομιλίας ενός συγκεκριμένου ομιλητή.
- Payload Type-“PT” (7 bits): πληροφορεί για τον τύπο της πληροφορίας που περιέχει το RTP πακέτο και που ακολουθεί την επικεφαλίδα.
- Sequence Number (16 bits): Κάθε πηγή πληροφορίας ξεκινά γεμίζοντας αυτό το πεδίο με έναν τυχαίο αριθμό, τον οποίο αυξάνει κατά ένα για κάθε πακέτο δεδομένων που αποστέλλεται. Χρησιμεύει στον παραλήπτη, ώστε να μπορεί σε συνδυασμό με τη χρονοσήμανση (timestamp) του πακέτου, να τοποθετεί τα λαμβανόμενα πακέτα στη σωστή σειρά, πριν τα επεξεργαστεί ή τα αναπαραγάγει. Για την τοποθέτηση των πακέτων στη σωστή σειρά είναι απαραίτητα και τα δύο πεδία, καθώς μερικά πακέτα (πχ αυτά που απαρτίζουν το ίδιο video frame) ανήκουν στην ίδια χρονική στιγμή.
- Timestamp (32 bits): Αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή της δημιουργίας του πρώτου byte στην πληροφορία του τρέχοντος πακέτου. Το πεδίο παίρνει τιμή από το τοπικό ρολόι του αποστολέα.

- Synchronization Source Identifier-“SSRS”(32 bits): Ένας τυχαία παραγόμενος αριθμός ο οποίος μοναδικά περιγράφει μία πηγή πληροφορίας μέσα σε μία σύνοδο.
- Contributing Source Identifier-“CSRS”(0-15 items,32 bits each): Σηματοδοτεί την πηγή που συμμετέχει στο τμήμα της πληροφορίας που ακολουθεί στο πακέτο. Το πεδίο αυτό χρησιμοποιείται όταν τα δεδομένα τα οποία λαμβάνονται προέρχονται από ένα μείκτη και προσδιορίζει ποιοι από τους συμμετέχοντες έχουν συνεισφέρει για την πληροφορία την οποία περιέχει το πακέτο που λαμβάνουμε.

Το πεδίο “Payload Type” περιέχει έναν κωδικό που αντιστοιχεί στο είδος της πληροφορίας που μεταφέρει το πακέτο μαζί με τη μέθοδο κωδικοποίησης ή και συμπίεσης που ενδεχομένως έχει γίνει στην πληροφορία. Σε σταθερές συνθήκες δικτύου μία πηγή χρησιμοποιεί μόνο μία κωδικοποίηση πληροφορίας, η οποία όμως μπορεί να αλλάξει με την αλλαγή συνθηκών και συμπεριφοράς του δικτύου. Στους πίνακες 5.1 και 5.2 παρουσιάζονται οι τύποι πληροφορίας για ήχο και βίντεο αντίστοιχα του RFC 3551 “RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control”:

PT	encoding name	media type	clock rate (Hz)	channels
0	PCMU	A	8,000	1
1	reserved	A		
2	reserved	A		
3	GSM	A	8,000	1
4	G723	A	8,000	1
5	DVI4	A	8,000	1
6	DVI4	A	16,000	1
7	LPC	A	8,000	1
8	PCMA	A	8,000	1
9	G722	A	8,000	1
10	L16	A	44,100	2
11	L16	A	44,100	1
12	QCELP	A	8,000	1
13	CN	A	8,000	1
14	MPA	A	90,000	(see text)
15	G728	A	8,000	1
16	DVI4	A	11,025	1
17	DVI4	A	22,050	1
18	G729	A	8,000	1
19	reserved	A		
20	unassigned	A		
21	unassigned	A		
22	unassigned	A		
23	unassigned	A		
dyn	G726-40	A	8,000	1
dyn	G726-32	A	8,000	1
dyn	G726-24	A	8,000	1
dyn	G726-16	A	8,000	1
dyn	G729D	A	8,000	1
dyn	G729E	A	8,000	1
dyn	GSM-EFR	A	8,000	1
dyn	L8	A	var.	var.
dyn	RED	A		(see text)
dyn	VDVI	A	var.	1

Πίνακας 5.1: Payload Types για ήχο.

PT	encoding name	media type	clock rate (Hz)
24	unassigned	V	
25	CelB	V	90,000
26	JPEG	V	90,000
27	unassigned	V	
28	nv	V	90,000
29	unassigned	V	
30	unassigned	V	
31	H261	V	90,000
32	MPV	V	90,000
33	MP2T	AV	90,000
34	H263	V	90,000
35-71	unassigned	?	
72-76	reserved	N/A	N/A
77-95	unassigned	?	
96-127	dynamic	?	
dyn	H263-1998	V	90,000

Πίνακας 5.2: Payload Types για βίντεο.

5.2.2 ΔΟΜΗ RTCP ΠΑΚΕΤΟΥ

Το πρωτόκολλο RTP χρησιμοποιείται μόνο για τη μεταφορά των δεδομένων πραγματικού χρόνου. Αυτό το ίδιο δεν αποτελεί μέσο για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της εφαρμογής πραγματικού χρόνου. Το τελευταίο είναι στόχος του πρωτοκόλλου RTCP. Το RTCP είναι ένα πρωτόκολλο ελέγχου που σχεδιάστηκε για να συνεργάζεται με το RTP. Υπάρχουν οι παρακάτω 5 τύποι πακέτων για το πρωτόκολλο RTCP:

- RR: receiver report. Περιέχουν πληροφορία για την ποιότητα των δεδομένων στα σημεία της παραλαβής τους, καθώς επίσης και στατιστικά στοιχεία.
- SR: sender report. Δημιουργούνται από τους αποστολείς και περιέχουν πληροφορία για τα δεδομένα που στέλνονται.
- SDES: source description items. Περιέχουν πληροφορία για τις πηγές (sources) των δεδομένων.
- BYE: δηλώνει τέλος συμμετοχής.
- APP: application specific functions. Χρησιμοποιείται από τις εφαρμογές για την υποστήριξη ιδιαίτερων λειτουργιών οι οποίες δεν περιλαμβάνονται στον ορισμό του RTP/RTCP.

Μέσω των παραπάνω πακέτων ελέγχου, το RTCP παρέχει τις παρακάτω υπηρεσίες:

- QoS monitoring και congestion control. Είναι μια από τις βασικές λειτουργίες του RTCP. Το RTCP παρέχει πληροφορία (feedback) στις εφαρμογές για την ποιότητα της μετάδοσης των δεδομένων. Το RTCP χρησιμοποιεί μετάδοση multicast και είναι εύκολο με αυτόν τον τρόπο όλα τα μέλη μιας τηλεδιάσκεψης να αποστέλλουν και να λαμβάνουν στοιχεία σχετικά με την ποιότητα της εφαρμογής. Για παράδειγμα οι παραλήπτες δεδομένων πραγματικού χρόνου μπορούν από τα RTCP πακέτα του αποστολέα να συμπεράνουν το ρυθμό μετάδοσης δεδομένων και να εκτιμήσουν την τελική ποιότητα μιας εφαρμογής τηλεδιάσκεψης. Παρόμοια ο αποστολέας δεδομένων μπορεί από τα RTCP

πακέτα των παραληπτών να λάβει γνώση της ποιότητας της εφαρμογής τηλεδιάσκεψης και να εκτιμήσει το αν προβλήματα παρουσιάζονται μόνο σε μια στενή ομάδα χρηστών ή αν τα προβλήματα αυτά είναι καθολικά. Ανάλογα με την εκτιμώμενη κατάσταση είναι δυνατόν να ληφθούν μέτρα για τη διόρθωσή τους. Ένα τέτοιο ενδεχόμενο είναι να μειωθεί η ποιότητα των συμπιεσμένων δεδομένων προκειμένου να επιτευχθεί χαμηλότερος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων ώστε να μειωθούν οι απώλειές τους.

- **Source identification.** Στα πακέτα δεδομένων του RTP, οι πηγές (sources) αναγνωρίζονται μέσω 32 bit identifiers οι οποίοι παράγονται τυχαία. Οι identifiers αυτοί δεν είναι βολικοί για τους ανθρώπους. Τα RTCP SDES (source description) πακέτα περιέχουν textual πληροφορία που καλείται canonical names (CNAME), στη θέση των identifiers. Αυτό το CNAME χρησιμοποιείται για να παρακολουθούνται τα άτομα που συμμετέχουν σε μια RTP σύνοδο. Το RTCP παρέχει την δυνατότητα στον αποστολέα δεδομένων να εσωκλείσει πληροφορία για την ταυτότητά του σε μορφή κειμένου μέσα στα RTCP πακέτα. Είναι ευκολότερο τότε ιδιαίτερα στους παραλήπτες που μετέχουν ταυτόχρονα σε πολλές τηλεδιάσκεψεις να συσχετίζουν μια ροή δεδομένων με συγκεκριμένη τηλεδιάσκεψη. Επίσης, οι παραλήπτες χρησιμοποιούν το CNAME για να συνδέουν πολλαπλές ροές δεδομένων από ένα συγκεκριμένο άτομο που συμμετέχει στη σύνοδο σε ένα σύνολο συνδεδεμένων RTP συνόδων (π.χ. για το συγχρονισμό ήχου και εικόνας).
- **Inter-media synchronization.** Τα RTCP sender reports περιέχουν πληροφορίες για τον πραγματικό χρόνο και το αντίστοιχο RTP timestamp. Η πληροφορία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εσωτερικό συγχρονισμό διαφορετικών streams (π.χ. εικόνα και ήχος σε ένα video stream). Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, κατά την μετάδοση multimedia δεδομένων με την χρήση RTP/RTCP, κάθε media μεταδίδεται σε ξεχωριστό stream.
- **Control information scaling.** Τα RTCP πακέτα στέλνονται περιοδικά ανάμεσα σε αυτούς που συμμετέχουν στην σύνοδο. Καθώς ο αριθμός των συμμετεχόντων αυξάνεται, γίνεται απαραίτητη η αποκατάσταση κάποιας ισορροπίας ανάμεσα στην πληροφορία ελέγχου που ανταλλάσσεται και στο φόρτο του δικτύου. Το πρωτόκολλο RTCP χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του πλήθους των μελών μιας τηλεδιάσκεψης, καθώς κάθε μέλος αποστέλλει τακτικά μηνύματα RTCP. Καθώς όμως ο αριθμός των μελών μιας συνόδου αυξάνεται, μεγαλώνει επίσης και ο αριθμός των RTCP πακέτων που κυκλοφορούν στο δίκτυο. Για να αποτραπεί η κατανάλωση όλων των πόρων του δικτύου από τον έλεγχο κυκλοφορίας και για να επιτραπεί στο RTP να εξυπηρετεί έναν μεγάλο αριθμό ατόμων που συμμετέχουν σε μια σύνοδο, ο έλεγχος κυκλοφορίας περιορίζεται στο πέντε τοις εκατό το πολύ της συνολικής κυκλοφορίας συνόδου. Αυτό το όριο επιβάλλεται ρυθμίζοντας το ρυθμό με τον οποίο τα RTCP πακέτα μεταδίδονται σαν μια συνάρτηση των ατόμων που συμμετέχουν. Αφού ο κάθε συμμετέχων στέλνει πακέτα ελέγχου σε όλους τους άλλους, ο καθένας μπορεί να παρακολουθεί τον συνολικό αριθμό των συμμετεχόντων και να χρησιμοποιεί τον αριθμό αυτό για να υπολογίζει το ρυθμό με τον οποίο πρέπει να στέλνει RTCP πακέτα.

Η μετάδοση δεδομένων RTCP αποτελείται από μία δέσμη διαφορετικών τύπων πακέτων, τα οποία ενσωματώνονται σε ένα UDP datagram ή σε διαφορετικό τύπο πακέτου αν χρησιμοποιείται διαφορετικό πρωτόκολλο. Τα είδη των RTCP πακέτων είναι τα ακόλουθα:

- Sender Report (SR) και Receiver Report (RR). Οι παραλήπτες πληροφορίας σε ένα RTP session επιστρέφουν στον εκάστοτε αποστολέα δεδομένα που αφορούν την ποιότητα μετάδοσης. Ο αποστολέας είναι σε θέση από τις αναφορές αυτές να διαπιστώσει το είδος ενός προβλήματος, το αν περιορίζεται σε μία στενή γεωγραφική περιοχή ή εξαπλώνεται σε πολύ μεγαλύτερη. Έχουν μάλιστα δημιουργηθεί συστήματα τα οποία παρακολουθούν μόνο τα RTCP πακέτα, και όχι τα RTP, από τα οποία εξάγουν συμπεράσματα σχετικά με την απόδοση του multicast IP στα δίκτυα που παρακολουθούν. Αν ένα μέλος μιας συνόδου είναι μόνο παραλήπτης πληροφορίας αποστέλλει “Receiver Report”, ενώ αν είναι και αποστολέας πληροφορίας αποστέλλει “Sender Report”.
- Source Description (SDES). Είναι ο τύπος του πακέτου που χρησιμοποιείται για να δίνουν τα μέλη μιας συνόδου πληροφορίας σχετικές με τον εαυτό τους, για παράδειγμα όνομα, διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου το όνομα της εφαρμογής που χρησιμοποιείται στη σύνοδο καθώς και άλλα στοιχεία. Στον πίνακα 5.3 καταγράφονται οι τύποι πληροφορίας που περιέχονται σε ένα SDES/RTCP πακέτο:

Value	Name	Description
0	END	End of SDES list.
1	CNAME	Canonical name: unique among all participants within one RTP session
2	NAME	Real user name of the source
3	EMAIL	E-mail address
4	PHONE	Telephone number
5	LOC	Geographic Location
6	TOOL	Name of application generating the stream
7	NOTE	Transient message describing the current state of the source
8	PRIV	Private experimental or application-specific extensions

Πίνακας 5.3: Τα είδη πληροφορίας ενός SDES/RTCP πακέτου.

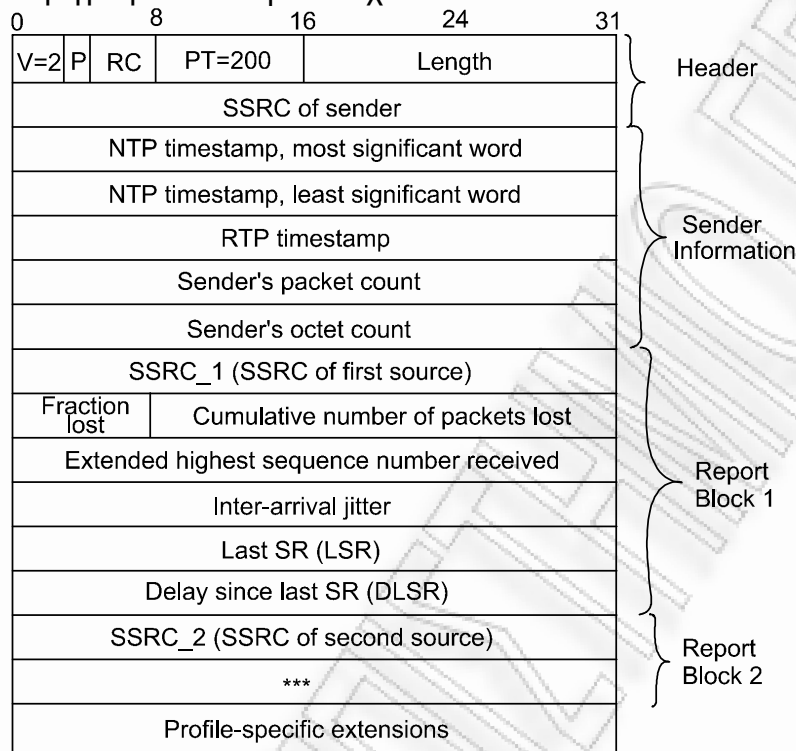
- Goodbye (BYE). Ο τύπος αυτός σηματοδοτεί την αποχώρηση από τη σύνοδο ενός ή περισσότερων μελών. Για την επισήμανση των μελών που αποχωρούν το πακέτο περιέχει τη λίστα με τους αντίστοιχους κωδικούς των πηγών. Συνηθίζεται τα μέλη να εσωκλείσουν στο πακέτο και τους λόγους για τους οποίους αποχωρούν από τη σύνοδο. Όταν ένας μίκτης λαμβάνει τέτοιο πακέτο αφήνει τους κωδικούς πηγών πληροφορίας αναλλοίωτους.
- Application specific (APP). Ο ειδικός αυτός τύπος πακέτου χρησιμοποιείται για πειραματικούς σκοπούς στην ανάπτυξη νέων εφαρμογών και χαρακτηριστικών χωρίς να απαιτείται να γίνουν επίσημα αποδεκτοί νέοι τύποι μέσων επικοινωνίας. Μετά από τις αναγκαίες δοκιμές και αφού ο νέος τύπος μετάδοσης πληροφορίας ή τα νέα χαρακτηριστικά γίνουν ευρέως αποδεκτά γίνεται αίτηση στον οργανισμό IANA για την επίσημη κατοχύρωση του συγκεκριμένου τύπου πακέτου.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα τα παραπάνω πακέτα:

Sender / Receiver reports (Αναφορές Αποστολέα / Παραλήπτη)

Οι αποστολές σε μια περιοδική σύσκεψη μεταφέρουν πακέτα αναφοράς αποστολέα για να ενημερώσουν τα άλλα μέρη για το τι έπρεπε να λάβουν. Το πακέτο αναφοράς αποστολέα (sender report) αποτελείται από 3 τμήματα, πιθανώς ακολουθούμενα από ένα τέταρτο ιδιαίτερου προφίλ προέκτασης τμήμα αν έχει οριστεί.

Η μόνη διαφορά μεταξύ της αναφοράς αποστολέα και δέκτη, επί πλέον του κώδικα τύπου πακέτου, είναι ότι η αναφορά αποστολέα περιλαμβάνει ένα 20-byte τμήμα πληροφορίας αποστολέα για χρήση από ενεργούς αποστολές. Στην εικόνα 5.3 φαίνεται η δομή και των δύο πακέτων. Οι διαφορές μεταξύ των δύο πακέτων περιγράφονται στην συνέχεια.



Εικόνα 5.3: Δομή πακέτων Sender / Receiver reports.

Το πρώτο τμήμα (header), έχει μέγεθος 8 octets και περιλαμβάνει τα παρακάτω πεδία:

- Version (έκδοση V). Προσδιορίζει την έκδοση του RTP, που είναι η ίδια με τα RTCP πακέτα καθώς και τα RTP πακέτα δεδομένων. Επί του παρόντος αυτό είναι 2.
- Padding (P). Αν το padding bit είναι set, το RTCP πακέτο περιέχει μερικά επιπρόσθετα padding octets στο τέλος που δεν είναι μέρος της πληροφορίας ελέγχου.
- Απαρίθμηση αναφοράς λήψης (Reception report count RC). Ο αριθμός των block αναφοράς λήψης περιέχονται σε αυτό το πακέτο. Μια τιμή μηδέν είναι έγκυρη.

- Τύπος πακέτου (Packet type PT). Περιέχει τη σταθερά 200 για να αναγνωρίσει αυτό ως ένα RTCP SR πακέτο ή την σταθερά 201 για να αναγνωρίσει αυτό ως ένα RTCP RR πακέτο.
- Μήκος (length). Το μήκος του RTCP πακέτου σε 32-bit λέξεις, περιλαμβάνοντας το πρώτο τμήμα (header) και κάθε padding.
- SSRC. Ο αναγνωριστής συγχρονισμού πηγής για τη δημιουργία αυτού του SR (ή RR) πακέτου.

Το δεύτερο τμήμα, πληροφορία αποστολέα, έχει μέγεθος 20 octets και είναι παρόν σε κάθε πακέτο αναφοράς αποστολέα. Αυτό συνοψίζει τη μεταφορά δεδομένων από τον αποστολέα. Τα πεδία έχουν το ακόλουθο μήνυμα:

- NTP timestamp. Δείχνει το χρόνο του wall-clock όταν η αναφορά έχει σταλεί έτσι που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τα timestamps που επιστρέφονται σε αναφορές λήψης από άλλους δέκτες ώστε να μετρούν του round-trip χρόνους μετάδοσης ανάμεσα σε εκείνους και τους δέκτες.
- RTP timestamp. Ανταποκρίνεται στον ίδιο χρόνο με το NTP timestamp, αλλά στις ίδιες μονάδες και με την ίδια τυχαία αντιστάθμιση όπως τα RTP timestamps σε πακέτα δεδομένων.
- Απαρίθμηση πακέτου δέκτη. Ο συνολικός αριθμός RTP πακέτων δεδομένων που έχουν μεταφερθεί από τον αποστολέα από την έναρξη της μεταφοράς μέχρι τη στιγμή που έχει δημιουργηθεί το SR πακέτο. Η απαρίθμηση επαναφέρεται σε αρχικές συνθήκες αν ο αποστολέας αλλάξει το πεδίο SSRC.
- Απαρίθμηση octet αποστολέα. Ο συνολικός αριθμός των ωφέλιμων octets (που δεν περιλαμβάνουν header or padding) που μεταφέρονται σε RTP πακέτα δεδομένων από τον αποστολέα από την έναρξη της μεταφοράς μέχρι τη στιγμή που έχει δημιουργηθεί το SR πακέτο. Η απαρίθμηση επαναφέρεται σε αρχικές συνθήκες αν ο αποστολέας αλλάξει το πεδίο SSRC.

Το τρίτο τμήμα περιέχει μηδέν ή περισσότερα block αναφοράς λήψης στηριζόμενα στον αριθμό άλλων πηγών του αποστολέα ως την τελευταία αναφορά. Κάθε block αναφοράς λήψης μεταβιβάζει στατιστικά στη λήψη RTP πακέτων από μια απλή πηγή συγχρονισμού. Αυτά τα στατιστικά είναι:

- SSRC_n (αναγνωριστής πηγής). Ο SSRC αναγνωριστής πηγής στην οποία αναφέρεται η πληροφορία στο block αναφοράς λήψης.
- Χαμένο κλάσμα (Fraction lost). Το κλάσμα του RTP πακέτου δεδομένων από την πηγή SSRC_n χαμένα από το προηγούμενο SR ή RR πακέτο που έχει σταλεί. Αυτό το κλάσμα ορίζεται ως ο αριθμός χαμένων πακέτων δια του αριθμού των πακέτων αναμένονται.
- Αθροιστικός αριθμός χαμένων πακέτων. Ο συνολικός αριθμός RTP πακέτων δεδομένων από την πηγή SSRC_n που έχουν χαθεί από την έναρξη της λήψης.
- Αριθμός εκτεταμένης υψηλότερης ακολουθίας που έχει ληφθεί (Extended highest sequence number received). Το χαμηλό 16 bits περιέχει τον αριθμό υψηλότερης ακολουθίας που έχει ληφθεί σε ένα RTP πακέτο δεδομένων από πηγή SSRC_n, και τα πιο σημαντικά 16 bits παρατείνουν τον αριθμό ακολουθίας με αντιστοιχία απαρίθμησης από κύκλους αριθμού ακολουθίας. Διαφορετικοί δέκτες στο ίδιο τμήμα θα δημιουργήσουν διαφορετικές προεκτάσεις στον αριθμό ακολουθίας αν οι χρόνοι έναρξής τους διαφέρουν σημαντικά.

- Inter-arrival jitter. Ένας υπολογισμός της στατιστικής διακύμανσης του inter-arrival χρόνου ενός RTP πακέτου δεδομένων, μετρημένο σε μονάδες timestamp και καθορισμένο σαν ένας μη προσημασμένος ακέραιος.
- Τελευταίο SR timestamp. Το μέσο 32 bits εκτός 64 στο NTP timestamp που έχουν ληφθεί ως κομμάτι του πιο πρόσφατου RTCP αναφοράς αποστολέα (SR) πακέτου από πηγή SSRC_n. Αν κανένα SR δεν έχει ληφθεί ακόμα, το πεδίο είναι στο μηδέν.
- Καθυστέρηση από το τελευταίο SR. Η καθυστέρηση καθορισμένη σε μονάδες από 1/65536 δευτερόλεπτα, μεταξύ λαμβάνοντας το τελευταίο SR πακέτο από την πηγή SSRC_n και στέλνοντας το block αναφοράς λήψης. Αν κανένα SR δεν έχει ληφθεί ακόμα, το πεδίο είναι στο μηδέν.

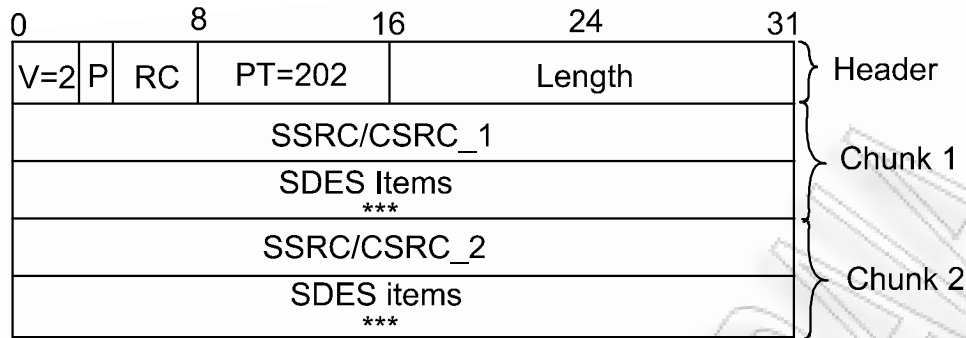
Source description (Περιγραφείς πηγής)

Ο τρίτος τύπος RTCP πακέτου, η περιγραφή πακέτου ή SDES πακέτου είναι μια τριών επιπέδων δομή συγκροτημένη από ένα header και μηδέν ή περισσότερα blocks όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.4. Το SDES πακέτο περιέχει τα παρακάτω πεδία:

- Έκδοση (Version (V)), περίβλημα (padding (P)), μήκος (length). Όπως περιγράφεται για το πακέτο Αναφοράς Αποστολέα.
- Packet type (PT). Περιέχει τη σταθερά 202 να αναγνωρίσει αυτό σαν ένα RTCP SDES πακέτο.
- Source count (SC). Ο αριθμός των SSRC/CSRC κομματιών που περιέχονται σε αυτό το SDES πακέτο. Η τιμή μηδέν είναι έγκυρη, αλλά χωρίς νόημα. Κάθε κομμάτι αποτελείται από έναν SSRC/CSRC προσδιοριστή ακολουθούμενο από μια λίστα μηδενικών ή περισσότερων στοιχείων, η οποία μεταφέρει πληροφορία για το SSRC/CSRC και ξεκινά από ένα 32-bit όριο. Κάθε στοιχείο αποτελείται από ένα 8-bit πεδίο εγγραφής, από μια οκταδική μέτρηση που περιγράφει το μήκος του κειμένου (σ' αυτό δεν περιέχεται η δυαδικο-οκταδική κεφαλίδα) και το κείμενο. Ο πίνακας 5.4 περιλαμβάνει τα τρέχοντα στοιχεία που χρησιμοποιούνται στο SDES.

CNAME	Περιγραφή
NAME	Όνομα χρήστη
EMAIL	Ηλεκτρονική διεύθυνση
PHONE	Αριθμός Τηλεφώνου
LOC	Γεωγραφική τοποθεσία χρήστη
TOOL	Όνομα εφαρμογής ή εργαλείου
NOTE	Σημείωση / κατάσταση
PRIV	Ιδιωτικές προεκτάσεις

Πίνακας 5.4: Οι τιμές του CNAME

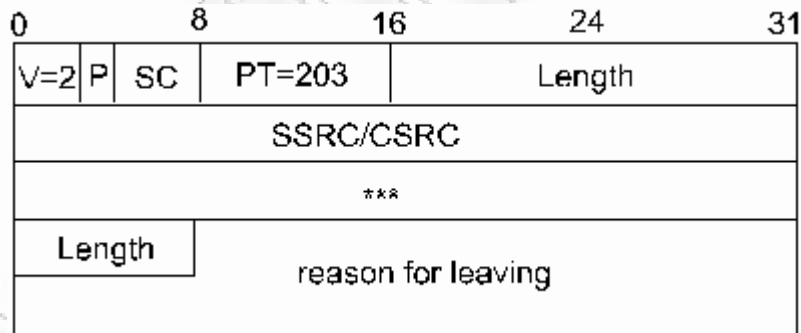


Εικόνα 5.4: Source description

BYE (Πακέτο αποχωρισμού)

Μια πηγή χρησιμοποιεί ένα Bye πακέτο για να ανακοινώσει ότι αφήνει μια σύνοδο, παρόλο που οι άλλοι συμμετέχοντες θα επισημάνουν τελικά την απουσία της πηγής χωρίς αυτό το πακέτο, αυτό κάνει τα πράγματα πιο γρήγορα, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε πιο αποδοτική χρήση του bandwidth που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί. Το BYE πακέτο περιλαμβάνει τα παρακάτω πεδία(Εικόνα 5.5):

- Έκδοση (Version (V)), περίβλημα (padding (P)), μήκος (length). Όπως περιγράφεται για το πακέτο Αναφοράς Πηγής.
- Τύπος Πακέτου (Packet type (PT)). Περιέχει την σταθερά 203 για να την καθορίσει σαν ένα RTCP Bye πακέτο.
- Μέτρηση Πηγής (Source count (SC)). Ο αριθμός των SSRC/CSRC προσδιοριστών που εμπεριέχονται σε αυτό το Bye πακέτο.
- Λόγος αποχώρησης (reason for leaving).



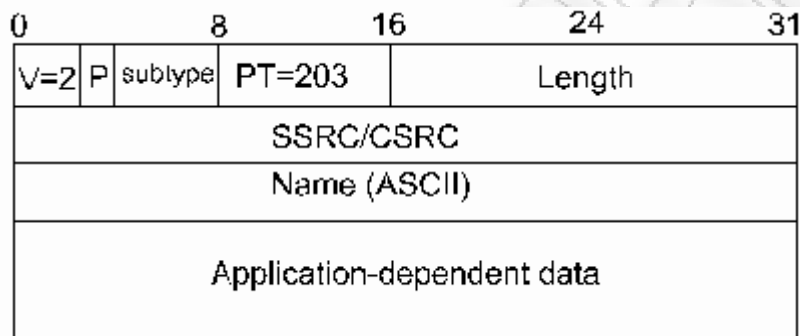
Εικόνα 5.5: Δομή BYE πακέτου.

APP Πακέτο

Το App πακέτο(Εικόνα 5.6) επινοήθηκε για πειραματική χρήση καθώς νέες εφαρμογές και νέα χαρακτηριστικά αναπτύσσονταν, χωρίς να απαιτούν καταχώριση τιμής του τύπου πακέτου. Σε περίπτωση που μια ιδιαίτερα ειδική εφαρμογή αποδεικνυόταν χρήσιμη, το πιο πιθανόν θα ήταν να μετατραπεί σε ένα νέο RTCP πακέτο με τη τον δικό του επίσημο τύπο πακέτου :

- Έκδοση (Version (V)), περίβλημα (padding (P)), μήκος (length).). Όπως περιγράφεται για το πακέτο Αναφοράς Αποστολέα.

- Υποτύπος (Subtype). Ίσως χρησιμοποιείται σαν υποτύπος για να επιτρέψει ένα σετ από App πακέτα να προσδιορίζονται κάτω από μοναδικό όνομα ή για κάθε δεδομένο εξαρτημένο από την εφαρμογή.
- Τύπος Πακέτου (Packet type (PT)). Περιέχει την σταθερά 204 για να προσδιορίσει αυτό σαν ένα RTCP App πακέτο.
- Όνομα (Name). Ένα όνομα διαλεγμένο από το πρόσωπο που προσδιορίζει το σετ των App πακέτων να είναι μοναδικό με σεβασμό στα άλλα App πακέτα που ίσως η εφαρμογή αυτή λαμβάνει.
- Δεδομένα εξαρτημένα από την Εφαρμογή (Application-dependent data). Δεδομένα εξαρτώμενα από την εφαρμογή ίσως να εμφανίζονται ίσως και να μην εμφανίζονται σε ένα App πακέτο. Αυτά μεταφράζονται από την εφαρμογή και όχι από το RTP. Πρέπει να είναι πολλαπλάσιο μήκος των 32 bits.



Εικόνα 5.6: Δομή APP Πακέτο.

5.3 REAL TIME STREAMING PROTOCOL (RTSP)

Όταν η ροή πακέτων ήχου και video που έρχονται από το δίκτυο είναι διαθέσιμα στη μνήμη θα ήταν χρήσιμο να έχουμε ένα στοιχειώδη έλεγχο των ροών (streams), όπως να ξεκινάμε την αναπαραγωγή, να πάμε μπροστά ή πίσω, να αυξομειώσουμε την ταχύτητα αναπαραγωγής. Υπάρχουν δυο τρόποι έλεγχου μιας ροής πακέτου (stream). Να στέλνουμε μηνύματα ελέγχου στο τερματικό που δημιουργεί τη ροή πακέτου (stream) ή απλά να χειριζόμαστε το μέρος της ροής πακέτων (του stream) που βρίσκεται στη μνήμη κρατώντας τον έλεγχο στο δεκτή. Οι μέθοδοι αυτοί δεν είναι κατάλληλοι για τις ίδιες συνθήκες. Αν η ροή πακέτων (stream) πηγαίνει σε ένα μόνο χρήστη τότε οι πόροι του δικτύου και του τερματικού που δημιουργεί τη ροή πακέτων χρησιμοποιούνται πιο αποδοτικά αν ο έλεγχος γίνεται στον πομπό.

Ο αποδέκτης στέλνει μηνύματα στον πομπό ζητώντας του να εκτελέσει μια λειτουργία. Κάθε αίτημα του αποδέκτη είναι αριθμημένο έτσι ώστε ο πομπός να τα εκτελεί με τη σωστή σειρά. Η διαδικασία της αποστολής ενός αιτήματος και της λήψης της κατάλληλης απόκρισης ονομάζεται διαδικασία απομακρυσμένης κλήσης (remote procedure call RPC). Το RSTP δεν χρησιμοποιεί απ' ευθείας την τεχνική αυτή αλλά μια παραλλαγή του HTTP. Με τον τρόπο αυτό το πρωτόκολλο δεν επεμβαίνει στη ροή πακέτων (streams) και αφήνει στο λογισμικό του πελάτη και του διακομιστή να ρυθμίσει τη σχέση μεταξύ του καναλιού έλεγχου και της ροής πακέτων (streams).

5.3.1 RTSP URLs

Κάθε αρχείο πολυμέσων αναγνωρίζεται από μια διεύθυνση (URL). Αποτελείται από το όνομα του υπολογιστή και τη θύρα που θα σταλεί το μήνυμα. Κάθε αρχείο μπορεί να αποτελείται από ένα ή και περισσότερα streams. Με τη χρήση της διεύθυνσης δίνεται η δυνατότητα ελέγχου ολόκληρου του αρχείου αντί της κάθε ροής πακέτου (stream) ξεχωριστά.

5.3.2 ΜΗΝΥΜΑΤΑ RTSP

Το RSTP προσθέτει μερικά μηνύματα σε αυτά που παρέχει το HTTP:

- DESCRIBE: ο διακομιστής δηλώνει την έκδοση του πρωτοκόλλου.
- ANNOUNCE: επιτρέπει την εγγραφή της περιγραφής μιας παρουσίασης πολυμέσων.
- OPTIONS: ο διακομιστής δηλώνει τις διαθέσιμες μεθόδους (methods).
- SETUP: ο διακομιστής προσδιορίζει τους απαραίτητους πόρους για μια ροή πακέτων (stream) και ξεκινάει μια RTSP σύνοδο.
- PLAY: ξεκινάει η μετάδοση δεδομένων μέσω κάποιας ροής πακέτων (stream).
- RECORD: ο διακομιστής αρχίζει να εγγράφει νέα δεδομένα στο stream.
- PAUSE: σταματάει προσωρινά τη μετάδοση χωρίς όμως να απελευθερώνονται οι δεσμευμένοι πόροι του δικτύου.
- TEARDOWN: σταματάει κάποια ροή πακέτων και ελευθερώνει τους πόρους που δέσμευε.
- GET_PARAMETER και SET_PARAMETER: χρησιμοποιούνται για τη χρήση των παραμέτρων της συνόδου ή της παρουσίασης.
- REDIRECT: ο πελάτης συνδέεται με άλλο διακομιστή για κάποιο τμήμα της παρουσίασης.

Οι πιο εμφανείς προσθήκες στην επικεφαλίδα του αιτήματος (request) είναι το πεδίο CSeq που περιέχει τον αριθμό ακολουθίας του αιτήματος. Το πεδίο συνόδου (session) βρίσκεται τόσο στο αίτημα όσο και στην απόκριση του διακομιστή και προσδιορίζει τη σύνοδο στην οποία αναφέρεται. Το πεδίο μεταφοράς (transport field) επιτρέπει σε πελάτη και διακομιστή να διαπραγματευτούν και να συμφωνήσουν στις παραμέτρους της ροής πακέτων (stream). Συγκεκριμένα οι παράμετροι είναι οι θύρες (ports) που στέλνονται τα μηνύματα και οι διευθύνσεις αποστολής σε πολλούς αποδέκτες (multicast). Υπάρχουν και άλλα πεδία που σχετίζονται με λανθάνουσες μνήμες (cache) και άλλες εξουσιοδοτήσεις.

5.3.3 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Τα μηνύματα έλεγχου μπορούν να στέλνονται πάνω από UDP είτε TCP. Όπως είπαμε η σειρά των αιτημάτων έχει σημασία και γι' αυτό αν κάποιο χαθεί πρέπει να επανασταλεί. Στο UDP δεν υπάρχουν τέτοιοι μηχανισμοί επαναπροστολής και γι' αυτό δε χρησιμοποιείται πολύ.

5.3.4 ΣΥΝΟΔΟΣ RTSP

Βασική έννοια του RTSP είναι η σύνοδος. Όταν ζητηθεί από ένα διακομιστή να ξεκινήσει την αναπαραγωγή μιας παρουσίασης, αυτός επιστρέφει έναν αριθμό που προσδιορίζει μοναδικά τη σύνοδο (session identifier). Από τη στιγμή εκείνη και μετά το νούμερο αυτό χρησιμοποιείται σε όλα τα μηνύματα έλεγχου μέχρι τη διακοπή της παρουσίασης.

Οι περιγραφές των συνόδων γίνεται μέσω του πρωτοκόλλου περιγραφής συνόδου (session description protocol SDP). Η βασικότερη πληροφορία όμως που παρέχει είναι η αρχή και το τέλος της παρουσίασης έτσι ώστε ο πελάτης να μπορεί να δει οποιοδήποτε σημείο θέλει.

5.3.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ RTSP

Για την αναπαραγωγή μιας παρουσίασης το λογισμικό του πελάτη ζητάει πρώτα την RTSP διεύθυνσή της. Αν έχει αυτή την πληροφορία μπορεί να ξεκινήσει την αναπαραγωγή ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1. Ο πελάτης ζητάει την περιγραφή της παρουσίασης με την εντολή DESCRIBE. Με αυτό τον τρόπο ο πελάτης ενημερώνεται για τις ροές (streams) και εκκινεί τις κατάλληλες εφαρμογές.
2. Στη συνέχεια στέλνει το μήνυμα SETUP που δημιουργεί τη σύνοδο και λαμβάνει το προσδιοριστή της συνόδου (session identifier). Την ίδια ώρα ο διακομιστής κάνει τις απαραίτητες κρατήσεις σε εύρος ζώνης.
3. Ο πελάτης στέλνει τη διεύθυνση και τον προσδιοριστή της συνόδου για να ξεκινήσει η αναπαραγωγή.
4. Σε οποιαδήποτε στιγμή μπορεί να διακοπεί η αναπαραγωγή με το μήνυμα PAUSE και να ξανά-ξεκινήσει με το μήνυμα PLAY.
5. Όταν ο πελάτης θέλει να διακόψει οριστικά την αναπαραγωγή στέλνει ένα μήνυμα TEARDOWN που απελευθερώνει τους δεσμευμένους πόρους.

5.4 SDP

Το πρωτόκολλο περιγραφής Συνόδου SDP (Session Description Protocol) [10] είναι ένα μορφότυπο(format) για να περιγράψουμε τις παραμέτρους εκκίνησης των μέσων ροής (media streams) με ένα ASCII αλφαριθμητικό. Δημοσιεύτηκε από την IETF ως RFC 4566 τον Απρίλιο του 1998 και ανανεώθηκε στην πιο πρόσφατή του έκδοση τον Ιούλιο του 2006.

Σκοπός του SDP είναι να πιστοποιεί την ύπαρξη ενός session και να παρέχει πληροφορίες για να γίνει εφικτή η σύνδεση και η συμμετοχή σε ένα session. Δεν αντικαθιστά ένα πρωτόκολλο μεταφοράς (transport protocol) αλλά προορίζεται να χρησιμοποιεί διαφορετικά πρωτόκολλα σηματοδosis και μεταφοράς όπως τα Session Announcement Protocol(SAP), Session Initiation Protocol(SIP), Real Time Streaming Protocol(RTSP), e-mail χρησιμοποιώντας MIME extensions, Hypertext Transport Protocol(http).

Το SDP περιέχει πληροφορίες όπως:

- Το όνομα και το σκοπό του session.
- Χρονολογίες που το session είναι ενεργό.
- Τα πολυμέσα(media) που εμπεριέχονται στο session
- Πληροφορίες για την λήψη αυτών των media(π.χ. διευθύνσεις, πόρτες, διαμορφώσεις κ.α.).

Το SDP πρέπει να παρέχει επαρκείς πληροφορίες για να μπορέσουν οι εφαρμογές να συμμετέχουν σε ένα session (με την πιθανή εξαίρεση τα κλειδιά αποκρυπτογράφησης –encryption keys) και να ανακοινώνει τους πόρους που χρειάζεται κάποιος για να συμμετέχει στο session(συνήθως όταν χρησιμοποιείται με ένα Multicast Session Announcement Protocol).

Για τις media πληροφορίες το SDP περιέχει:

- το είδος των Media (βίντεο, ήχος κτλ),
- το πρωτόκολλο μεταφοράς (RTP/UTP/IP, H.320, κτλ),
- τη διαμόρφωση των media (H.261 video, MPEG video, κτλ),

Επιπλέον παρέχει πληροφορίες για τις διευθύνσεις και πόρτες όπου για IP Multicast Sessions σημαίνει:

- την ομάδα των Multicast διευθύνσεων(Multicast group address) για τα media
- και την πόρτα(transport port) των media .

και για IP Unicast Sessions σημαίνει:

- την Remote Address(απομακρυσμένη διεύθυνση) των media
- και την Remote Port(απομακρυσμένη πόρτα) των media.

Για πληροφορίες χρόνου το SDP μπορεί να περιέχει:

- μια λίστα από χρονικές στιγμές αρχής και τέλους του session.
- επαναλαμβανόμενες περιόδους για κάθε όριο, όπως για παράδειγμα “κάθε Δευτέρα στις 10π.μ για 3 ώρες”.

Το SDP μπορεί να περιέχει πρόσθετους δείκτες με τη μορφή των Universal Resources Identifiers (URIs) για περισσότερες πληροφορίες.

5.4.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ SDP

Οι περιγραφές του SDP είναι κυρίως σε μορφή κειμένου γραμματοσειράς ISO 10646 και κωδικοποίηση UTF-8. Μια SDP περιγραφή ενός session αποτελείται από μια σειρά γραμμών κειμένου που έχουν την μορφή:

- <type>=<value>.

Όπου <type> είναι πάντα ένας χαρακτήρας case significant(με διαφορά πεζών/κεφαλαίων) και <value> που είναι είτε ένας αριθμός πεδίων χωρισμένα από ένα κενό χαρακτήρα είτε ένα αλφαριθμητικό και είναι case significant .

Η περιγραφή ενός session αποτελείται από τρία μέρη:

- την περιγραφή του session (session description)
- την περιγραφή των χρόνων(time description)
- και την περιγραφή των πολυμέσων(media description)

Μια ανακοίνωση περιέχει ένα τμήμα σε επίπεδο session και ακολουθούν μηδέν, ένα ή περισσότερα τμήματα σε επίπεδο media. Στο κομμάτι του session-level η πρώτη γραμμή ξεκινάει με “v=”. Στην media περιγραφή η πρώτη γραμμή αρχίζει με “m=”. Σε κάθε περιγραφή μερικές γραμμές απαιτούνται και άλλες όχι, αλλά όλες εμφανίζονται με τη σειρά που φαίνεται παρακάτω. Οι προαιρετικές εμφανίζονται με “*”:

Session description

- v= (protocol version)
- o= (originator and session identifier)
- s= (session name)
- i=* (session information)
- u=* (URI of description)
- e=* (email address)
- p=* (phone number)
- c=* (connection information -- not required if included in all media)
- b=* (zero or more bandwidth information lines)
- One or more time descriptions ("t=" and "r=" lines; see below)
- z=* (time zone adjustments)
- k=* (encryption key)
- a=* (zero or more session attribute lines)
- Zero or more media descriptions

Time description

t= (time the session is active)
r=* (zero or more repeat times)

Media description, if present

m= (media name and transport address)
i=* (media title)
c=* (connection information -- optional if included at session level)
b=* (zero or more bandwidth information lines)
k=* (encryption key)
a=* (zero or more media attribute lines)

Το παρακάτω είναι ένα παράδειγμα μιας SDP περιγραφής:

```
v=0
o=mhandley 2890844526 2890842807 IN IP4 126.16.64.4
s=SDP Seminar
i=A Seminar on the session description protocol
u=http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/M.Handley/sdp.03.ps
e=mjh@isi.edu (Mark Handley)
c=IN IP4 224.2.17.12/127
t=2873397496 2873404696
a=recvonly
m=audio 49170 RTP/AVP 0
m=video 51372 RTP/AVP 3
m=application 32416 udp wb
a=orient:portrait
```

Οι παράμετροι έχουν την εξής σημασία:

- “v”: Δίνει την έκδοση του SDP.
- “o”: <username> <session id> <version> <network type> <address type> <address>. Όπου username, είναι το όνομα του χρήστη στη μηχανή που δημιούργησε το session. Το session id είναι ένα νούμερο που είναι μοναδικό και καθορίζει το session. Το Version καθορίζει την έκδοση της ανακοίνωσης. Το network type είναι ένα κείμενο που καθορίζει το είδος του δικτύου. Το “IN” στο συγκεκριμένο παράδειγμα σημαίνει “Internet”. Το address type είναι ένα κείμενο που δίνει το είδος της διεύθυνσης που ακολουθεί. Στο παράδειγμα είναι “IP4”. Το address δίνει τη διεύθυνση της μηχανής που δημιούργησε το session. Αν το domain name είναι διαθέσιμο, δίνεται. Διαφορετικά, όπως και στο παράδειγμα, δίνεται η IP διεύθυνση.
- “s”: Δίνει το όνομα του session.
- “i”: Δίνει μια περιγραφή του session.
- “u”: Δίνει ένα URI όπου ο ενδιαφερόμενος μπορεί να μάθει περισσότερες πληροφορίες για το session.
- “e”: Δίνει την e-mail διεύθυνση του υπεύθυνου του session.
- “c”: <network type> <address type> <connection address>. Το network type είναι ένα κείμενο που δίνει το είδος του δικτύου. Στο παράδειγμα είναι “IN” δηλαδή Internet. Το address type είναι και αυτό ένα κείμενο που καθορίζει το είδος της διεύθυνσης που ακολουθεί. Στο παράδειγμα είναι IP4. Τέλος το

πεδίο connection address δίνει την IP multicast διεύθυνση που χρησιμοποιείται. Επίσης δίνει και το TTL με το οποίο στέλνονται τα πακέτα.

- “t”: <start time> <stop time>. Αυτό το πεδίο καθορίζει πότε αρχίζει και πότε τελειώνει το session.

5.4.2 PAYLOAD TYPES ΓΙΑ STANDARD AUDIO/VIDEO

Στον παρακάτω πίνακα 5.5 παραθέτουμε τον πίνακα με τα Payload Types (PT) για ήχο και εικόνα τα οποία χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των πολυμέσων (media description) στο SDP.

PT	encoding name	audio/video (A/V)	clock rate (Hz)	channels (audio)
0	PCMU	A	8000	1
1	1016	A	8000	1
2	G721	A	8000	1
3	GSM	A	8000	1
4	unassigned	A	8000	1
5	DVI4	A	8000	1
6	DVI4	A	16000	1
7	LPC	A	8000	1
8	PCMA	A	8000	1
9	G722	A	16000	1
10	L16	A	44100	2
11	L16	A	44100	1
12	unassigned	A		
13	unassigned	A		
14	MPA	A	90000	(see text)
15	G728	A	8000	1
16–23	unassigned	A		
24	unassigned	V		
25	CelB	V	90000	
26	JPEG	V	90000	
27	unassigned	V		
28	nv	V	90000	
29	unassigned	V		
30	unassigned	V		
31	H261	V	90000	
32	MPV	V	90000	
33	MP2T	AV	90000	
34–71	unassigned	?		
72–76	reserved	N/A	N/A	N/A
77–95	unassigned	?		
96–127	dynamic	?		

Πίνακας 5.5: Payload Types.

Υπάρχει επιπλέον η δυνατότητα να ορίσουμε εμείς ένα νέο payload type ως εγγράφοντας το στην IANA και δίνοντας του μια στατική τιμή PT στο εύρος τιμών που δεν είναι ανατεθειμένες κάποιες τιμές (unassigned στον πίνακα). Τα PT με ετικέτα “unassigned” υπάρχουν γι’ αυτόν τον σκοπό.

Μπορούμε επίσης να ορίσουμε δυναμικά PT μέσω ενός Conference Control Protocol π.χ. ένας κατάλογος συνόδων (session directory) μπορεί να ορίζει τον ότι

για ένα προκαθορισμένο session το PT 96 να αντιστοιχεί σε κωδικοποίηση PCMU, με ρυθμό 8.000Hz και 2 κανάλια.

Τα PT που έχουν την ετικέτα "reserved" δεν χρησιμοποιούνται για να έχουμε αξιόπιστη διαφοροποίηση των RTCP και RTP πακέτων.

5.5 JMF

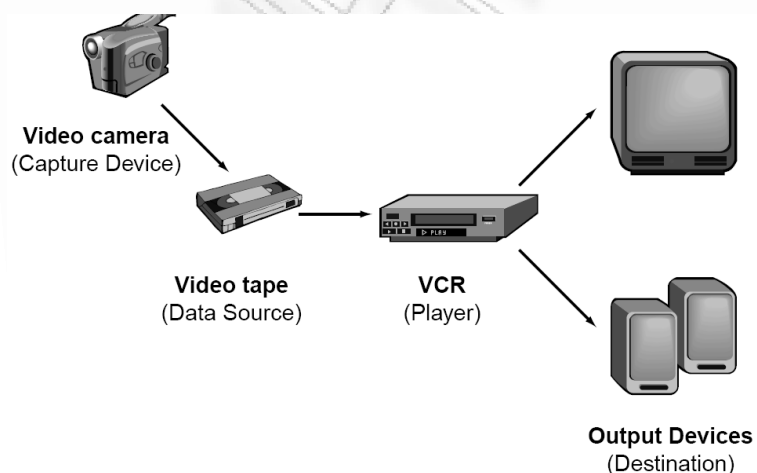
Το Java Media Framework (JMF) αποτελεί μια βιβλιοθήκη της Java που επιτρέπει σε Java εφαρμογές και μίνι-εφαρμογές(applets) να ενσωματώσουν ήχο και εικόνα. Δημιουργήθηκε για πρώτη φορά το 1997(JMF 1.0) από τις εταιρίες Sun Microsystems ,Silicon Graphics και Intel . Σήμερα έχει ανανεωθεί στην έκδοση JMF 2.0 από τις Sun Microsystems και IBM.

5.5.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ JMF

Αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά αρχεία βιβλιοθηκών Java(JAR Files):

- JMStudio - A simple player GUI
- JMFRegistry - A GUI for managing the JMF "registry," which manages preferences, plug-ins, etc.
- JMFCustomizer - Used for creating a JAR file that contains only the classes needed by a specific JMF application, which allows developers to ship a smaller application.
- JMFInit

Το βασικό μοντέλο του JMF θυμίζει σε μεγάλο βαθμό το μοντέλο ενός κοινού Video Player (VCR) για εγγραφή, επεξεργασία και παρουσίαση time-based media όπως φαίνεται από την εικόνα 5.7 και 5.8.



Εικόνα 5.7: Μοντέλο VCR.

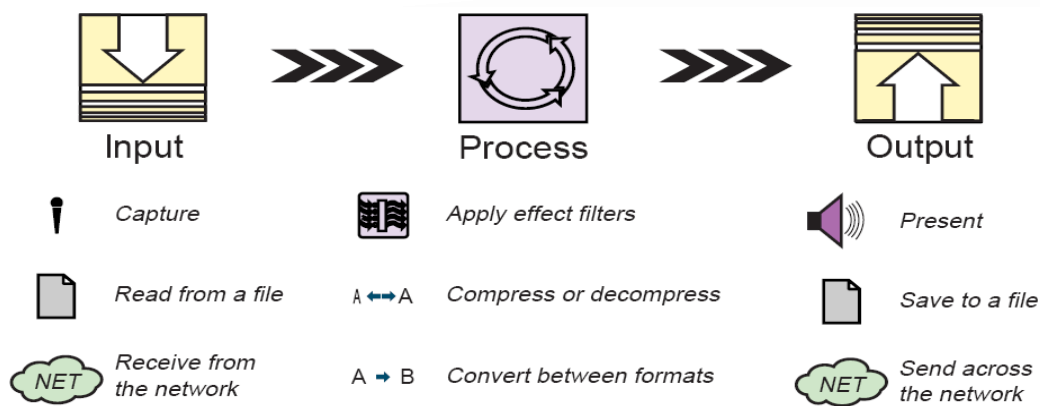
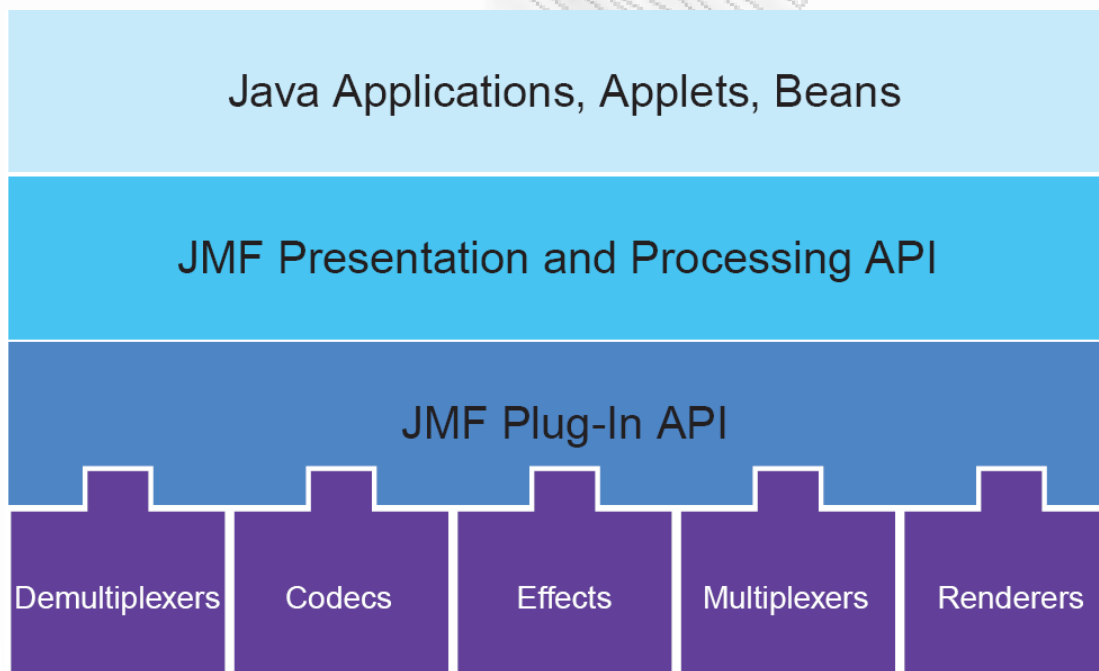


Figure 1-1: Media processing model.

Εικόνα 5.8: Media processing model of JMF.

Στην εικόνα 5.9 φαίνεται το ιεραρχικό μοντέλο στο οποίο βασίζεται η JMF .



Εικόνα 5.9: Ιεραρχικό μοντέλο JMF.

Το JMF βασίζεται σε πέντε βασικά μοντέλα (αντικείμενα):

- Time Model:όπου ένα Time Object χρησιμοποιείται για να αναπαραστήσει οποιοδήποτε σημείο του χρόνου χρησιμοποιώντας τρία βασικά σημεία τα:
 - Time-base Start-time :Δηλώνει πότε ξεκινά η παρουσίαση.
 - Media Start-time:την θέση από την οποία ξεκινάει η παρουσίαση.
 - Playback Rate:Τον ρυθμό αναπαραστάσης.

Και υπολογίζοντας τον χρόνο σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

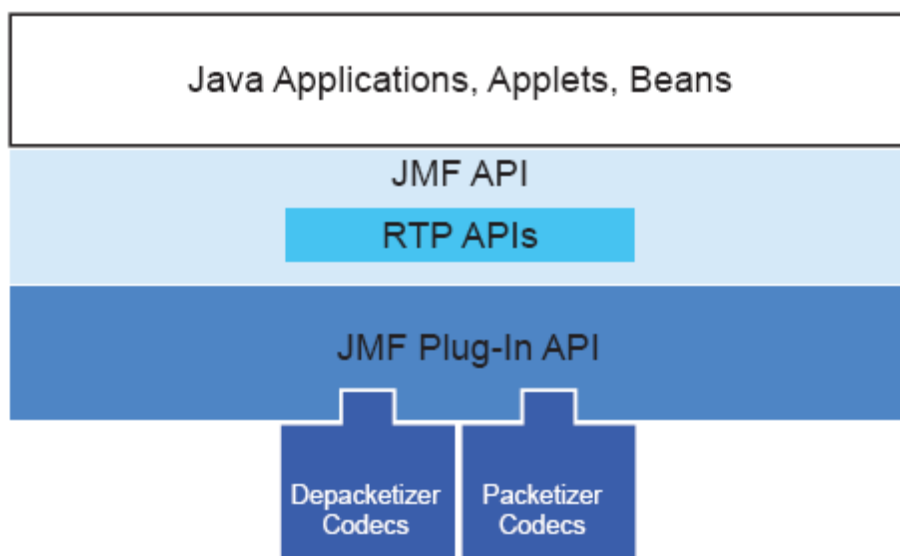
$$\text{MediaTime} = \text{MediaStartTime} + \text{Rate}(\text{TimeBaseTime} - \text{TimeBaseStartTime})$$

- Managers:Αποτελεί το Interface που ορίζει την συμπεριφορά και την αλληλεπίδραση των αντικειμένων που χρησιμοποιούνται για να καταγράψουν, να επεξεργαστούν και να παρουσιάσουν τα πολυμέσα. Χωρίζεται σε :
 - Manager:χρησιμοποιείται για την κατασκευή Players, Processors, Datasinks, DataSources.
 - PackageManager:Συντηρεί τα πακέτα που περιέχουν τα Players, Processors, Datasinks, DataSources.Για να επεκτείνουμε την βιβλιοθήκη πρέπει να εγγράψουμε τα πακέτα μας με τον PackageManager.
 - CaptureDeviceManager:Κατέχει εγγραφές από συσκευές σύλληψης(Capture Devices) που είναι διαθέσιμες.
 - PlugInManager:Περιέχει τα διαθέσιμα plug-in όπως (άπο)κωδικοποιητές , εφέ, κωδικοποιήσεις κ.α.
- Event Model:Βοηθάει για την ενημέρωση της κατάστασης του συστήματος πολυμέσων.
- Data Model:Βοηθάει στην διαχείριση των δεδομένων των πολυμέσων. Αποτελείται από τα:
 - DataSources: που χωρίζονται σε Push και PullDataSources
 - SpecialtyDataSources: που αποτελούνται από Cloneable και MergingDataSources
 - Format: που χωρίζονται σε Audio και VideoFormat.
- Controls:χρησιμοποιείται για να θέτουμε τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων π.χ. τα PortControl και MonitorControl χρησιμοποιούνται για να δώσουν έλεγχο στον χρήστη στην διαδικασία της σύλληψης εικόνας ή ήχου(π.χ. έλεγχος στην κάμερα).

5.5.2 JMF/RTP

Με την βιβλιοθήκη JMF είναι δυνατόν αντί να αποθηκεύσουμε εικόνα και ήχο σε ένα αρχείο να μεταδώσουμε ή λάβουμε μέσω ενός δικτύου(Internet ή Intranet). Η JMF χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο RTP για την αποστολή και λήψη streaming media.

Στην εικόνα 5.10 φαίνεται πώς ενσωματώνεται το RTP API μέσα στο ιεραρχικό μοντέλο της JMF.



Εικόνα 5.10: Μοντέλο JMF/RTP.

Τα πακέτα και οι κλάσεις του RTP API ακολουθούν την ίδια δομή της JMF έτσι έχουμε τα παρακάτω μοντέλα:

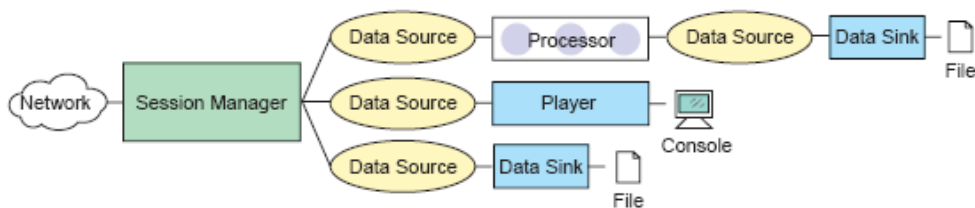
- **SessionManager:** Δημιουργεί και διαχειρίζεται το RTP session και υποδιαιρείται σε τρεις λογικές οντότητες τις `SessionStatistics`, `SessionParticipants` και `SessionStreams` οι οποίες διαχειρίζονται αντίστοιχα τα στατιστικά, τους συμμετέχοντες και τα streams της συνόδου.
- **RTPEvents:** Παρέχει μηχανισμούς που αναφέρουν την κατάσταση και τα λάθη του RTP Session. Υποδιαιρείται σε τέσσερα είδη συμβάντων: `SessionListener`, `SendStreamListener`, `ReceiveStreamListener`, `RemoteListener`.
- **RTP Data:** Προσδιορίζει τα RTP δεδομένα. Ορίζει τους `DataHandlers` οι οποίοι χρησιμοποιούνται είτε για το κανάλι δεδομένων είτε για το κανάλι ελέγχου (`data channel`, `control channel`) του RTP Session και ορίζει τα RTP Data Format (`H261 RTP`, `ULAW RTP` κ.α.)
- **RTPControls:** Παρέχει μόνο το αντικείμενο `RTPControl` βοηθάει για να προσθέτεις μια αντιστοίχιση μεταξύ ενός `dynamic payload` και ενός `format`. Επίσης παρέχει μεθόδους για ανάκτηση των στατιστικών της συνόδου και του εκάστοτε `payload format`.

Με το JMF έχουμε την δυνατότητα να αναπαράγουμε, να αποθηκεύουμε (ή και τα δύο) RTP δεδομένα που λαμβάνουμε από το δίκτυο (RTP streams) όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.11. Υπάρχουν δύο τρόποι για να μπορέσουμε να λάβουμε RTP streams:

1. Να χρησιμοποιήσουμε έναν `MediaLocator` ο οποίος θα περιέχει τις παραμέτρους του RTP session και να δημιουργήσουμε έναν `Player` καλώντας την μέθοδο `Manager.createPlayer(MediaLocator)`.

2. Να δημιουργήσουμε έναν Player για κάποιο συγκεκριμένο Receive Stream παίρνοντας το DataSource του stream και καλώντας την μέθοδο `Manager.createPlayer(DataSource)`.

Χρησιμοποιώντας τον πρώτο τρόπο (με τον MediaLocator) έχουμε την δυνατότητα να αναπαραστήσουμε μόνο το πρώτο RTP streams που θα ανιχνευτεί στο session. Αν χρειαζόμαστε να αναπαραγάγουμε πολλαπλά RTP streams (multiple RTP streams) σε ένα session πρέπει να διαλέξουμε τον δεύτερο τρόπο χρησιμοποιώντας την κλάση `SessionManager` και κατασκευάζοντας ένα Player για κάθε νέο `ReceiveStream`. Σε περίπτωση που δεν χρειαζόμαστε πολλαπλά RTP streams ο πρώτος τρόπος είναι προτιμότερος λόγω της απλότητας και της ευκολίας υλοποίησής του.

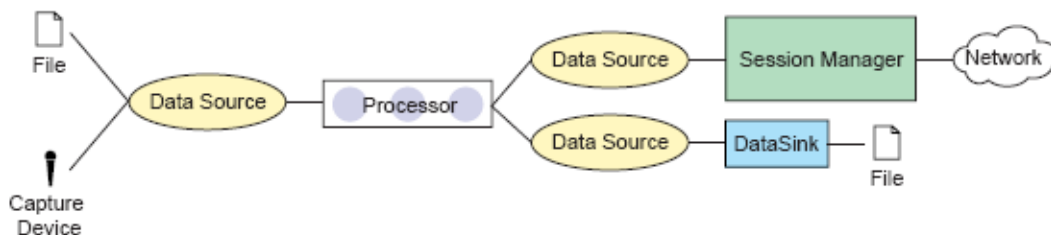


Εικόνα 5.11: RECEIVE.

Στην περίπτωση που θέλουμε να αποστείλουμε δεδομένα κάνουμε την αντίθετη εργασία από την παραπάνω όπως φαίνεται από την εικόνα 5.12. Όπως και στην λήψη έτσι και εδώ έχουμε δύο τρόπους να αποστείλουμε δεδομένα:

1. Χρησιμοποιώντας έναν MediaLocator ο οποίος περιέχει τις παραμέτρους του RTP session και δημιουργώντας ένα RTP DataSink με την βοήθεια της μεθόδου `Manager.CreateDataSink(MediaLocator)`.
2. Να δημιουργήσουμε Send Streams χρησιμοποιώντας απευθείας την κλάση `SessionManager` για να στείλουμε δεδομένα και να ελέγξουμε την αποστολή.

Ο πρώτος τρόπος είναι πιο απλός και εύκολος στην υλοποίηση όμως είμαστε περιορισμένοι στο να στείλουμε μόνο το πρώτο Stream. Με τον δεύτερο τρόπο έχουμε την δυνατότητα να στέλνουμε πολλαπλά RTP streams σε ένα session και να έχουμε καλύτερο έλεγχο στο session.



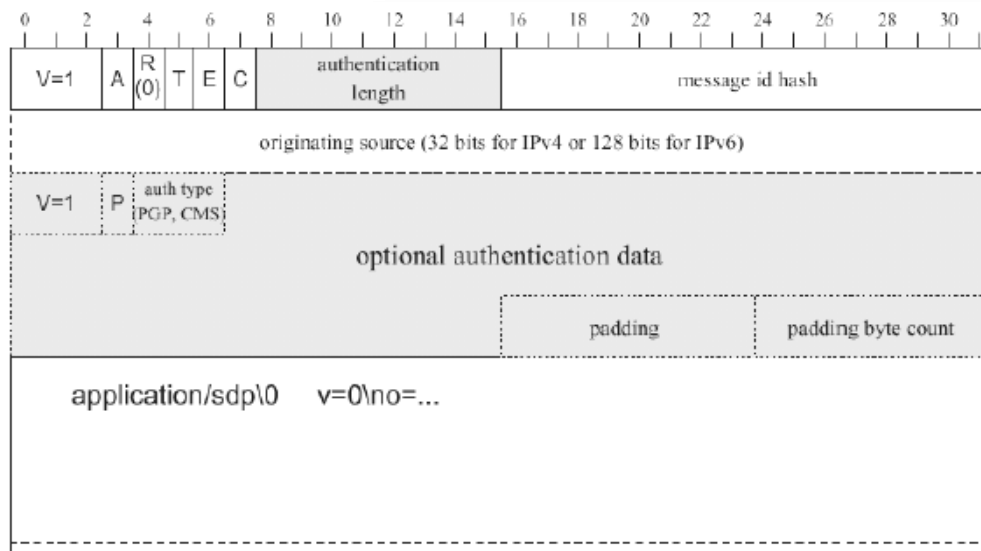
Εικόνα 5.12: TRANSMIT.

Εκτός από την αναπαραγωγή των πολυμέσων που λαμβάνουμε ή στέλνουμε μέσω της JMF, έχουμε την δυνατότητα να αποθηκεύσουμε τα δεδομένα που λαμβάνουμε σε ένα αρχείο ή να διαβάσουμε δεδομένα από ένα αποθηκευμένο αρχείο και να τα στείλουμε στο δίκτυο. Οι παραπάνω επιλογές έχουν ιδιαίτερη αξία σε VoIP εφαρμογές καθώς ίσως να χρειαστεί να αποθηκεύσουμε μια συνομιλία ή να ακούγεται ένα ηχογραφημένο μήνυμα όταν μας καλούνε.

5.6 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΔΗΜΟΣΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΝΟΔΟΥ (SESSION ANNOUNCEMENT PROTOCOL SAP)

Το πρωτόκολλο αυτό χρησιμοποιείται για να δημοσιοποιεί συνδιασκέψεις σε πολλούς αποδέκτες (multicast) και άλλες συνόδους σε πολλούς αποδέκτες (multicast). Μια αγγελία SAP στέλνεται περιοδικά μέσω αποστολής σε πολλούς αποδέκτες (multicast) σε γνωστές διευθύνσεις και θύρες πολλών αποδεκτών (multicast) (θύρα 9875). Ένας αποδεκτής SAP «ακούει» συνέχεια αυτή τη θύρα και περιμένει τέτοιες αγγελίες. Ο αποστολέας SAP δεν ξέρει αν υπάρχει κάποιος αποδέκτης SAP που θα λάβει το μήνυμα. Η εμβέλεια (scope) μιας αγγελίας είναι η ίδια με της συνόδου έτσι ώστε να μην τη λάβει κάποιος που δεν μπορεί (ή δεν πρέπει) να συμμετέχει. Η συχνότητα επαναποστολής των αγγελιών ρυθμίζεται να είναι τέτοια ώστε το εύρος ζώνης που χρησιμοποιούν όλες οι αγγελίες που στέλνονται σε μια ομάδα χρηστών να μένει κάτω από ένα προκαθορισμένο όριο.

Η μορφή ενός πακέτου SAP για το IPv4 φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 5.13) . Το πεδίο του τύπου μηνύματος (T) δείχνει αν το συγκεκριμένο πακέτο ανακοινώνει μια σύνοδο ή διαγράφει μια αγγελία. Το πεδίο (E) είναι ενός bit και αν είναι 1 σημαίνει ότι το φορτίο του μηνύματος είναι κωδικοποιημένο ενώ το πεδίο (C) δείχνει αν είναι συμπιεσμένο ή όχι. Ο συνδυασμός των πεδίων ταυτότητας μηνύματος (message id hash) και προέλευσης (originating source) αποτελεί την ταυτότητα της ανακοίνωσης (announcement id) και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της συγκεκριμένης έκδοσης της συγκεκριμένης συνόδου. Αυτό είναι χρήσιμο στην περίπτωση που χρησιμοποιείται λανθάνουσα μνήμη (cache) ή όταν θέλουμε να αγνοήσουμε πακέτα που πριν δεν μπορέσαμε να αποκωδικοποιήσουμε. Η μέθοδος αυτή όμως δεν εγγυάται τη μοναδικότητα της ταυτότητας ανακοίνωσης και γι' αυτό πρέπει να ελέγχεται και το μέγεθος του πακέτου.



Εικόνα 5.13: Μορφή πακέτου SIP

Η αυθεντικότητα μιας αγγελίας μπορεί να γίνει με την χρήση ψηφιακής υπογραφής (digital signature). Το SIP υποστηρίζει ψηφιακές υπογραφές βασισμένες στο PGP και το PACE#7. Γενικά όμως δεν χρησιμοποιούνται πολύ.

Επίσης οι αγγελίες μπορεί να είναι κωδικοποιημένες. Αυτό δε σημαίνει ότι στέλνοντας τις αγγελίες κωδικοποιημένες διασφαλίζουμε μια ιδιωτική διάσκεψη – το SIP είναι καταλληλότερο για τέτοιου είδους διασκέψεις. Αν και γενικά η ασφάλεια που παρέχει το SIP είναι ικανοποιητική συνιστάται να υπάρχει και άλλος μηχανισμός έλεγχου πρόσβασης πάνω από το SIP. Δεν είναι απίθανο κάποιο μέλος μιας διάσκεψης να δώσει το κλειδί της κωδικοποίησης σε κάποιον που δεν θα έπρεπε να συμμετάσχει. Αυτό πάντως μπορεί να αποφευχθεί αν το κλειδί είναι ενσωματωμένο στη συσκευή πρόσβασης.

Το SIP θα πρέπει να χρησιμοποιείται για συνόδους που τα μέλη τους δεν είναι γνωστά από πριν. Στην αντίθετη περίπτωση ένας καλύτερος μηχανισμός είναι η πρόσκληση κάθε χρήστη ξεχωριστά με το SIP.

5.7 RESOURCE RESERVATION PROTOCOL RSVP

Το RSVP είναι ένα πρωτόκολλο ελέγχου του δικτύου που επιτρέπει σε εφαρμογές δικτύων να εξασφαλίζουν ειδική εξυπηρέτηση (quality of service) για τη ροή των πακέτων τους. Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν είναι ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης (routing). Λειτουργεί όμως παράλληλα με αυτά και τοποθετεί δυναμικά μια λίστα πρόσβασης κατά μήκος της διαδρομής που υπολογίζουν τα πρωτόκολλα δρομολόγησης.

RSVP ροή (flows)

Μια ροή δεδομένων είναι μια σειρά από μηνύματα που έχουν ίδιο αποστολέα, προορισμό (έναν ή περισσότερους) και ποιότητα εξυπηρέτησης.

Υποστηρίζονται τρία ήδη κίνησης. Καλύτερη προσπάθεια, rate sensitive και delay sensitive. Ο τρόπος εξυπηρέτησης κάθε ροής (flow) εξαρτάται από την υλοποίηση της ποιότητας εξυπηρέτησης (QoS).

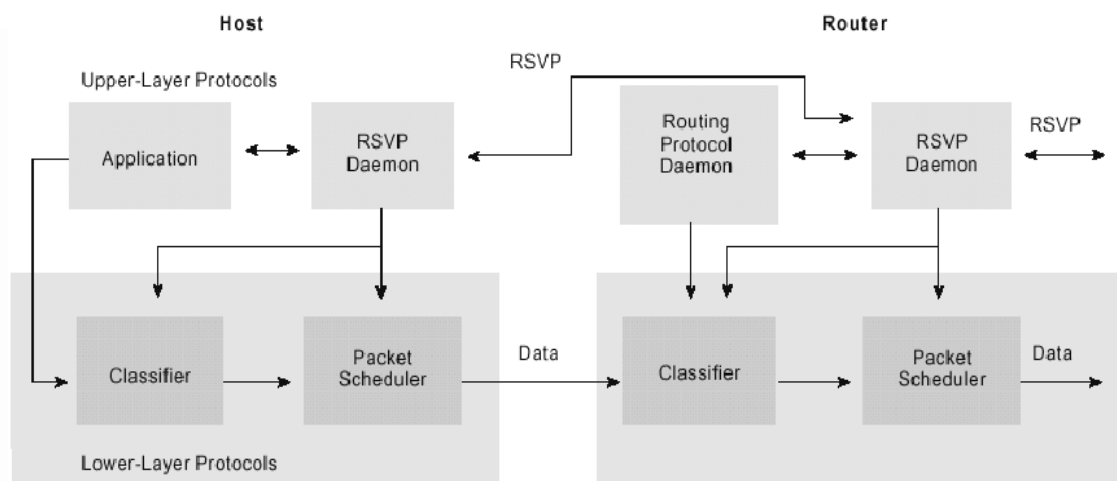
- Κίνηση με μηχανισμό μετάδοσης πακέτων με την κατά το δυνατόν καλύτερη προσπάθεια (Best effort traffic): Η παραδοσιακή IP κίνηση. Τα πακέτα εξυπηρετούνται με τη σειρά που φτάνουν και όταν υπάρχουν ελεύθεροι πόροι.
- Rate sensitive traffic: Πακέτα που απαιτούν συγκεκριμένο ρυθμό μετάδοσης και δεν είναι ευαίσθητα σε καθυστερήσεις. Η εξυπηρέτηση τέτοιου είδους κίνησης ονομάζεται εξυπηρέτηση εγγυημένου ρυθμού (guaranteed bit rate service)
- Delay sensitive traffic: Απαιτεί γρήγορη εξυπηρέτηση με μεταβλητό ρυθμό. Για παράδειγμα το video MPEG-II χρειάζεται 3-7 Mbps ανάλογα με τις αλλαγές από εικόνα σε εικόνα. Υπάρχουν δυο τρόποι αντιμετώπισης αυτού του είδους της κίνησης. Η εξυπηρέτηση πραγματικού χρόνου που ονομάζεται εξυπηρέτηση πρόβλεψης (predictive service) και η εξυπηρέτηση μη πραγματικού χρόνου που ονομάζεται εξυπηρέτηση ελεγχόμενης καθυστέρησης (controlled delay service).

Η ροή πακέτων χαρακτηρίζεται με βάση τη σύνοδο που ανήκει. Κάθε σύνοδος χειρίζεται από το RSVP ανεξάρτητα. Υποστηρίζονται σύνοδοι με αποστολή σε πολλούς αποδέκτες και σε έναν μόνο αποδέκτη (multicast και unicast) αλλά κάθε ροή προέρχεται από ένα μόνο χρήστη.

1. Ποιότητα εξυπηρέτησης: Στο περιβάλλον του RSVP, η ποιότητα εξυπηρέτησης είναι ένα χαρακτηριστικό της κάθε ροής. Περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο θα χειριστεί τα πακέτα της ροής η κάθε συσκευή δικτύου. Συσκευές δικτύου είναι κατά κύριο λόγο οι διακομιστές (servers) και οι δρομολογητές (routers). Οι διακομιστές με βάση το επίπεδο εξυπηρέτησης κάθε ροής πακέτου (flow) κάνουν τις απαραίτητες δεσμεύσεις πόρων του δικτύου εκ μέρους της εφαρμογής που ανήκει η ροή (το flow).

2. Εκκίνηση συνόδου RSVP: Ένας πιθανός αποστολέας ξεκινάει να στέλνει μηνύματα RSVP στην IP διεύθυνση του παραλήπτη. Όταν η εφαρμογή-παραλήπτης λάβει τα μηνύματα στέλνει τις κατάλληλες εντολές δέσμευσης πόρων. Όταν ο αποστολέας λάβει αυτά τα μηνύματα αρχίζει την αποστολή των δεδομένων.

3. Λειτουργία RSVP: Το πρωτόκολλο αυτό χρησιμοποιείται από μια εφαρμογή για να ζητήσει από το δίκτυο να κρατήσει τους πόρους που χρειάζεται για να στείλει τη ροή πακέτων (το stream) διατηρώντας την απαιτούμενη ποιότητα.



Εικόνα 5.14: Περιβάλλον λειτουργίας RSVP

Ο δαίμονας του RSVP (RSVP daemon) βρίσκεται σε κάθε κόμβο (Εικόνα 5.14). Επικοινωνεί με δυο τοπικά συστήματα ελέγχου πριν κρατήσει πόρους. Ο έλεγχος πρόσβασης (admission control) εξετάζει αν ο κόμβος έχει τους απαραίτητους ελεύθερους πόρους. Ο έλεγχος δικαιωμάτων (policy control) εξετάζει αν ο χρήστης έχει το δικαίωμα να δεσμεύσει πόρους στο συγκεκριμένο κόμβο. Αν οποιοσδήποτε από τους δυο ελέγχους αποτύχει ο δαίμονας στέλνει ένα μήνυμα σφάλματος στην εφαρμογή που ζήτησε τους πόρους. Στην περίπτωση που και οι δυο έλεγχοι πετύχουν τότε ενεργοποιούνται δυο υπηρεσίες:

- Ο ταξινομητής πακέτων (packet classifier) που προσδιορίζει την κλάση της ποιότητας εξυπηρέτησης που αντιστοιχεί στο πακέτο
- Ο προγραμματιστής μετάδοσης πακέτων (packet scheduler) που καθορίζει τη σειρά αποστολής του πακέτου με βάση την κλάση του.

Η διαδικασία εξασφάλισης πόρων γίνεται σε 5 στάδια:

1. Οι αποστολείς δεδομένων στέλνουν ένα μήνυμα διαδρομής (RSVP PATH) όπως θα έστειλε οποιοδήποτε πακέτο δεδομένων. Το πακέτο αυτό περιγράφει τα δεδομένα που θα αποσταλούν.
2. Κάθε δρομολογητής RSVP που λαμβάνει το μήνυμα διαδρομής καταγράφει τη διεύθυνση του προηγούμενου κόμβου, βάζει τη δική του διεύθυνση στο πακέτο και το στέλνει.
3. Οι παραλήπτες αφού λάβουν τα μηνύματα διαδρομής στέλνουν μηνύματα κράτησης πόρων (RESERVATION REQUEST) κατά μήκος της διαδρομής που θα επιλέξει.
4. Οι ενδιαμέσοι κόμβοι λαμβάνουν τις αιτήσεις δεσμεύσεις πόρων και ελέγχουν αν μπορούν να τις ικανοποιήσουν.
5. Τελικά φτάνουν στους αποστολείς και αυτό είναι ένδειξη ότι μπορεί να αρχίσει η αποστολή.

4. Σήραγγες στο RSVP: Το RSVP είναι ένα πρωτόκολλο που δεν υποστηρίζεται ακόμα από όλους τους διακομιστές και δρομολογητές. Συχνά δυο κόμβοι συμβατοί με το RSVP συνδέονται από μη συμβατούς κόμβους. Στην περίπτωση αυτή οι ενδιάμεσοι κόμβοι δεν μπορούν να παρέχουν εγγυήσεις για την εξυπηρέτηση των πακέτων. Για τη σύνδεση δικτύων RSVP μέσω απλών δικτύων υποστηρίζεται η τεχνική της σήραγγας. Η τεχνική αυτή απαιτεί από όλους τους κόμβους να προωθούν τα μηνύματα διαδρομής (path messages) χρησιμοποιώντας τον τοπικό πίνακα δρομολόγησης (local routing table) μεταφέροντας τη διεύθυνση του τελευταίου RSVP διακομιστή.

5. Μηνύματα RSVP: Χρησιμοποιούνται 7 τύποι μηνυμάτων για τη λειτουργία του RSVP. Οι δυο είναι απαραίτητοι σε κάθε κόμβο (path και resv).

- Τα μηνύματα διαδρομής (Path) στέλνονται περιοδικά από τους αποστολείς της ροής πακέτου (flow). Περιγράφουν τη ροή (flow) με βάση τις IP διευθύνσεις του αποστολέα και του παραλήπτη, το πρωτόκολλο IP και τις θύρες του UDP ή TCP. Προσδιορίζουν τη μέση ροή πληροφορίας του flow και έτσι ποσοτικοποιούν τις απαιτήσεις.
- Όταν υπάρξει κάποιο σφάλμα σε ένα μήνυμα διαδρομής (path), ο αποστολέας ενημερώνεται από το μήνυμα Path Error που στέλνεται από τον τελικό παραλήπτη ή κάποιον ενδιάμεσο κόμβο.
- Το μήνυμα Path Teardown στέλνεται όταν βρεθούν κάποια προβλήματα στη διαδρομή (path) και δεν είναι πλέον δυνατή η σύνδεση. Αυτό συμβαίνει στην περίπτωση που ο χρήστης κλείσει μόνος τη σύνδεση είτε αν υπάρχει πρόβλημα σε κάποιων από τους ενδιάμεσους κόμβους.
- Οι παραλήπτες της ροής πακέτων (flow) στέλνουν περιοδικά μηνύματα Resv. Με βάση τις πληροφορίες που έχουν πάρει από το μήνυμα διαδρομής path έχουν καθορίσει τους πόρους που χρειάζονται για να λάβουν το flow (πχ bit rate).
- Σε περίπτωση σφάλματος σε κάποιο μήνυμα resv στέλνεται ένα μήνυμα Resv Error ενημερώνοντας τον παραλήπτη για το πρόβλημα. Συνήθως αυτό συμβαίνει όταν κάποιος κόμβος δεν μπορεί να παρέχει τους απαραίτητους πόρους.
- Το μήνυμα Resv Confirm στέλνεται όταν ο παραλήπτης ζητήσει ενημέρωση για τον αν το μήνυμα Resv έχει πάει σε όλους τους κόμβους.
- Με το μήνυμα Resv Teardown απελευθερώνεται η διαδρομή.

6. Μορφή μηνυμάτων RSVP:

RSVP Message Header FieldsField Length,
in Bits

4	4	8	16	16	8	8	32	15	1	16
Version	Flags	Type	Checksum	Length	Reserved	Send TTL	Message ID	Reserved	MF	Fragment Offset

RSVP Object FieldsField Length,
in Bits

16	8	8	Variable
Length	Class-Num	C-Type	Object Contents

- Τύπος (Type): πεδίο 8 bit με 7 πιθανές τιμές

Τιμή	Τύπος μηνύματος
1	Διαδρομή (path)
2	Αίτηση κράτησης (reservation request)
3	Λάθος διαδρομής (path error)
4	Λάθος κράτησης (reservation request error)
5	Απελευθέρωση διαδρομής (path teardown)
6	Απελευθέρωση κράτησης (reservation teardown)
7	Επιβεβαίωση κράτησης (reservation request acknowledgement)

- Μήκος (Length): Πεδίο 16 bit που περιέχει το μήκος του πακέτου σε bytes.
- Ταυτότητα μηνύματος (Message ID): Πεδίο 32 bit. Είναι μοναδικό για κάθε πακέτο που αποτελεί αυτόνομο μήνυμα. Αν το πακέτο είναι μέρος μεγάλου μηνύματος που έχει τεμαχιστεί σε μικρότερα πακέτα τότε όλα τα πακέτα που ανήκουν στο ίδιο μήνυμα έχουν την ίδια ταυτότητα.

Το κύριο μέρος του πακέτου αποτελείται από τμήματα (objects) που αποτελούνται από τα ακόλουθα πεδία:

- Μήκος (Length): Πεδίο 16 bit. Είναι το συνολικό μήκος του τμήματος. Πρέπει να είναι πολλαπλάσιοι του 4.

- Κλάση (Class-Num): Προσδιορίζει την κλάση του τμήματος. Κάθε κλάση έχει δικό της όνομα. Αν κάποιος κόμβος δεν αναγνωρίσει την κλάση ενός πακέτου τότε η αντίδραση του κόμβου ορίζεται από το πρώτο bit του πεδίου αυτού.
- Περιεχόμενο (Object Contents): Εξαρτάται από τα υπόλοιπα πεδία του τμήματος.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑ

6 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

INTERNET-BASED ΚΛΗΣΕΙΣ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ VOIP

Internet-based κλήσεις ονομάζονται εκείνες οι κλήσεις οι οποίες βασίζονται στην αρχή της μετάδοσης φωνής μέσω του διαδικτύου ή, όπως είναι περισσότερο γνωστή, στην τεχνολογία VoIP (ή φωνή μέσω πρωτοκόλλου Ίντερνετ) [1].

6.1 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ VoIP (VOICE over IP)

Το VoIP [1] χρησιμοποιεί το Internet Protocol (IP) για να μεταδώσει τη φωνή σε μορφή πακέτου πάνω από το IP δίκτυο. Έτσι το VoIP μπορεί να επιτευχθεί σε οποιοδήποτε δίκτυο δεδομένων που χρησιμοποιεί IP, όπως είναι το Internet, τα Intranets και τα τοπικά δίκτυα (LAN). Το σήμα φωνής ψηφιοποιείται, συμπιέζεται και μετατρέπεται σε IP πακέτα και στη συνέχεια διαβιβάζεται μέσω του IP δικτύου. Πρωτόκολλα σηματοδοσίας (Signaling protocols) χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν, να τερματίσουν κλήσεις, να μεταφέρουν τις απαιτούμενες πληροφορίες, για να εντοπίσουν τους χρήστες και να διαπραγματευτούν τα χαρακτηριστικά της κλήσεως. Ένα από τα βασικά κίνητρα χρήσης της τηλεφωνίας μέσω Internet (Internet Telephony) είναι το πολύ χαμηλό κόστος που συνεπάγεται.

Για να πραγματοποιηθεί η κλίση υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τύποι συνδέσεων. Σε όλες τις περιπτώσεις του VoIP χρησιμοποιείται το Internet Protocol (IP). Αυτό σημαίνει πως η ποιότητα υπηρεσίας που παρέχεται είναι η καλύτερη δυνατή δηλαδή η εφαρμογή μεταχειρίζεται μια επικοινωνία από άκρη σε άκρη του δικτύου (end-to-end) χωρίς εγγυήσεις έγκαιρης παράδοσης από το δίκτυο. Οι τέσσερις διαφορετικοί τύποι είναι:

- PC σε PC
- PC σε τηλέφωνο
- Τηλέφωνο σε PC
- Τηλέφωνο σε τηλέφωνο

Στην περίπτωση που έχουμε τηλέφωνο σε τηλέφωνο μπορεί να έχουμε κανονικό τηλέφωνο συνδεδεμένο στο γνωστό τηλεφωνικό δίκτυο ή να έχουμε IP-τηλέφωνο συνδεδεμένο σε δίκτυο δεδομένων. Το VoIP έχει δύο βασικές εφαρμογές. Πρώτον οι εφαρμογές δικτύων σε ιδιωτικές εταιρίες και δεύτερον η χρήση του VoIP σε δημόσια δίκτυα.

Οι επιχειρήσεις με απομακρυσμένα γραφεία που συνδέονται ήδη μεταξύ τους μέσω ενός τοπικού δικτύου (intranet) για τις υπηρεσίες δεδομένων μπορούν να εκμεταλλευθούν το υπάρχον δίκτυο (intranet) με την προσθήκη υπηρεσιών φωνής και fax χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες VoIP. Οι επιχειρήσεις οδηγούν στην εξέλιξη της τεχνολογίας του VoIP λόγω της μεγάλης μείωσης δαπανών που πραγματοποιείται με την χρήση ενός μόνο δικτύου τόσο για τη φωνή όσο και για τα δεδομένα. Μείωση του κόστους πραγματοποιείται και με την αποφυγή των δαπανών

πρόσβασης στο τηλεφωνικό δίκτυο που είναι ιδιαίτερα ακριβής για τις πολυεθνικές εταιρίες. Οι εταιρίες που χρησιμοποιούν τα εταιρικά δίκτυα (intranet) δεν έχουν προβλήματα στην ποιότητα εξυπηρέτησης (Quality of Services, QOS) προβλήματα που αυτή τη στιγμή «μαστιάζουν» το Internet. Έτσι η ποιότητα φωνής είναι υψηλή.

Η εφαρμογή του VoIP σε δημόσια δίκτυα περιλαμβάνει τη χρήση πυλών (gateways) σχεδιασμένες να μεταφέρουν τη φωνή στους παροχείς υπηρεσιών Internet (Internet Service Providers), γνωστοί τώρα ως παροχείς τηλεφωνικών υπηρεσιών μέσω Internet (Internet Telephony Service Providers), ή στους νεοεμφανιζόμενους παροχείς νέας γενιάς (Next Generation Carriers) που αναπτύσσουν IP δίκτυα ειδικά να μεταφέρουν την κίνηση πολυμέσων όπως είναι το VoIP. Οι παροχείς υπηρεσιών Internet ενδιαφέρονται για το VoIP ως ένα νέο τρόπο που προσφέρει νέες προστιθέμενες υπηρεσίες με μεγαλύτερη αξία για να αυξήσουν τα τρέχοντα έσοδα και να αποφύγουν τη χαμηλή μηνιαία σταθερή δομή αμοιβής των επικαίρων παροχών από τις υπηρεσίες δεδομένων. Το VoIP επιτρέπει στους παροχείς υπηρεσιών Internet επίσης να βελτιώσουν τη χρήση του δικτύου Μακροπρόθεσμα, τα IP δίκτυα θα είναι αποτελεσματικότερα για μιας ευρείας κλίμακα νέων εφαρμογών, κυρίως στις εφαρμογές πολυμέσων που απαιτούν τη σύγκλιση φωνής, βίντεο, δεδομένων και fax. Επίσης, και οι μεταφορείς (carriers) ενδιαφέρονται για το VoIP ιδιαίτερα για ανταγωνιστικούς λόγους.

6.2 Η ΠΥΛΗ VOIP (VOIP GATEWAY)

Μία VoIP gateway είναι μια συσκευή, η οποία μετατρέπει την τηλεφωνική κίνηση σε IP για τη μετάδοση μέσω ενός δικτύου δεδομένων. Οι πύλες VoIP χρησιμοποιούνται με 2 τρόπους:

1. Για τη μετατροπή των εισερχόμενων γραμμών PSTN/τηλεφώνου σε VoIP/SIP: Κατ'αυτό τον τρόπο, η πύλη VoIP (VoIP gateway) επιτρέπει τη λήψη και την πραγματοποίηση των κλήσεων στο κανονικό δίκτυο τηλεφωνίας. Σε πολλές επιχειρησιακές περιπτώσεις είναι προτιμότερο να συνεχιστεί η χρήση των παραδοσιακών τηλεφωνικών γραμμών, γιατί έτσι εξασφαλίζεται η υψηλότερη ποιότητα των κλήσεων και η διαθεσιμότητα.

2. Για τη σύνδεση ενός παραδοσιακού PBX/Τηλεφωνικού συστήματος με το δίκτυο IP: Κατ'αυτό τον τρόπο, η πύλη VoIP / VoIP gateway επιτρέπει την πραγματοποίηση των κλήσεων μέσω VoIP. Οι κλήσεις μπορούν τότε να πραγματοποιηθούν μέσω ενός παροχέα υπηρεσιών VoIP, ή στην περίπτωση μιας εταιρείας με πολλά γραφεία, το κόστος των κλήσεων μεταξύ των γραφείων μπορεί να μειωθεί με τη δρομολόγηση των κλήσεων μέσω Διαδικτύου. Οι πύλες VoIP διατίθενται ως εξωτερικές μονάδες ή ως κάρτες PCI. Η πλειονότητα των συσκευών είναι εξωτερικές μονάδες. Ένα VoIP gateway θα διαθέτει μια υποδοχή για το δίκτυο IP και μία ή περισσότερες θύρες για τη σύνδεσή της με τις τηλεφωνικές γραμμές.



Εικόνα 6.1: Αναλογική πύλη VoIP Mediatrix

Τύποι πυλών VoIP (VoIP Gateway)

1. Αναλογικές μονάδες: Οι αναλογικές μονάδες (Εικόνα 6.1) χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση με κανονικές αναλογικές γραμμές τηλεφώνου. Οι αναλογικές μονάδες διατίθενται για 2-23 γραμμές.

2. Ψηφιακές μονάδες: Οι ψηφιακές μονάδες σας επιτρέπουν να συνδέετε ψηφιακές γραμμές, είτε μία ή περισσότερες γραμμές BRI ISDN (Ευρώπη), είτε μία ή περισσότερες γραμμές PRI/E1 (Ευρώπη) είτε μία ή περισσότερες γραμμές T1 (ΗΠΑ).

6.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ VOIP

- Χαμηλότερες δαπάνες μεταφοράς: Οι εταιρίες μπορούν σημαντικά να ελαττώσουν τους μηνιαίους λογαριασμούς τηλεφώνου, κατευθύνοντας τις κλήσεις φωνής πάνω από τα εταιρικά δίκτυα δεδομένων, παρά από έναν μεταφορέα. Η εξοικονόμηση αυτή εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Δύο από αυτούς είναι ο όγκος των κλήσεων εντός της εταιρίας και η μεγάλη γεωγραφική έκταση όπου είναι διασπαρμένες οι πληροφορίες προς επεξεργασία. Οι εταιρίες με γραφεία σε εκτεταμένες περιοχές, μπορούν να έχουν το μεγαλύτερο κέρδος καθώς μπορούν να ελαττώσουν κατά πολύ τις διεθνείς δαπάνες κλήσεως σε μεγάλες αποστάσεις. Οι δαπάνες αυτές είναι συνήθως ιδιαίτερα υψηλές όταν η κλήση δημιουργείται σε μια ξένη χώρα στην οποία υπάρχει ακόμα μονοπώλιο στην αγορά τηλεπικοινωνιών. Σε μερικές περιπτώσεις το κέρδος αυτό μπορεί να επεκταθεί στις κλήσεις εκτός της εταιρίας με τη χρήση PSTN πυλών.
- Οικονομικοί παράγοντες: Το οικονομικό όφελος της μετάδοσης κλήσεων φωνής πάνω από δίκτυα δεδομένων οφείλεται σε δύο τεχνικούς παράγοντες. Πρώτον, τα δίκτυα δεδομένων έχουν σχεδόν πάντα διαθέσιμη χωρητικότητα. Οι διαχειριστές δικτύων παρέχουν μεγάλες χωρητικότητες για να αποφύγουν τη συμφόρηση κατά τις ώρες αιχμής. Ταυτόχρονα, οι κλήσεις φωνής χρησιμοποιούν σχετικά λίγο εύρος ζώνης. Τα χαρακτηριστικά της ανθρώπινης φωνής, ιδιαίτερα τα μεγάλα διαστήματα παύσης που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της συνομιλίας, επιτρέπουν μεγάλη συμπίεση στην ψηφιακή μεταφορά της κλήσης. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατόν να προστεθούν στο τέλος κάθε πακέτου επιπλέον πληροφορίες στις υπάρχουσες συνδέσεις δικτύων δεδομένων χωρίς να απαιτείται επιπλέον χωρητικότητα σε αυτές τις συνδέσεις. Ακόμα και όταν τέτοιες αυξήσεις πρέπει να γίνουν στο υπάρχον δίκτυο λόγω του μεγάλου όγκου κλήσεων το κόστος παραμένει χαμηλό συγκρινόμενο με αυτό των μεταφορών για τη μεταφορά του ίδιου αριθμού κλήσεων.

- Μειωμένο μακροπρόθεσμο κόστος κατοχής δικτύου: Εκτός από τη μείωση των μηνιαίων λογαριασμών τηλεφώνου μιας εταιρίας, η συγκλίνουσα αρχιτεκτονική δικτύων επίσης, μειώνει το τρέχον κόστος αναγνώρισης δύο ξεχωριστών δικτύων, ένα για τη φωνή και ένα για τα δεδομένα. Το κόστος αυτό περιλαμβάνει: την ανάγκη αγοράς δύο ξεχωριστών συνόλων εξοπλισμού, το χρόνο που απαιτείται από το προσωπικό σε αυτή την εργασία και στη συντήρηση του εξοπλισμού, τη χορήγηση αδειών οποιουδήποτε λογισμικού σχετικά με τη διαχείριση του εξοπλισμού, και τον έλεγχο κίνησης στα δύο δίκτυα. Με την επανάσταση του Internet, η ζήτηση για ειδικευμένους, έμπειρους τεχνικούς είναι πολύ μεγάλη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι μισθοί των εργαζομένων στα δίκτυα φωνής και δεδομένων να είναι υψηλοί. Οι εταιρίες είναι σε θέση να ελαττώσουν τις ανάγκες τους σε τεχνικό προσωπικό οργανώνοντας πιο αποδοτικά τις εργασίες δικτύου. Με αυτό τον τρόπο μειώνουν κατά πολύ το ανθρώπινο δυναμικό.
- Προηγμένες εφαρμογές: Το μεγαλύτερο κέρδος από τη συγκλινόμενη δικτύωση φωνής/ δεδομένων μπορεί να είναι η καινούρια γενιά εφαρμογών της. Για παράδειγμα τα πραγματικού χρόνου πολυμέσα βίντεο/ ήχο, συνδιάσκεψη, εκπαίδευση εξ αποστάσεως, και την ενσωμάτωση συνδέσεων φωνής (links) σε ηλεκτρονικά έγγραφα. Πριν από λίγα χρόνια, το Internet δεν ήταν έτοιμο να παίξει πρωταγωνιστικό ρόλο. Τώρα όμως είναι. Το VoIP είναι μια πολύτιμη υπηρεσία.

Χρειάζεται λοιπόν, να ενσωματωθούν οι ISPs με την IP τηλεφωνία. Ο μεγάλος ανταγωνισμός στις τηλεπικοινωνίες περιόρισε τα έσοδα στις βασικές υπηρεσίες φωνής και δεδομένων. Για να παραμείνουν επωφελημένοι οι προμηθευτές υπηρεσιών πρέπει να παρέχουν νέες υπηρεσίες ώστε να κρατήσουν τους πελάτες τους και ταυτόχρονα να περιορίσουν τα έξοδά τους. Μόνο μέσω της ενσωμάτωσης των δικτύων κυκλωμάτων και πακέτων μπορούν οι προμηθευτές υπηρεσιών να επωφεληθούν από την παγκοσμιοποίηση του τηλεφωνικού δικτύου μεταγωγής κυκλώματος (σημερινό PSTN), από τη δύναμη της εσωτερικής ευελιξίας στο βασικό λογισμικό και την ανοικτή αρχιτεκτονική των δικτύων πακέτων. Ο εξοπλισμός των δικτύων βασισμένα σε πακέτα (packet-based) είναι ευκολότερο να αναβαθμιστεί και να διαμορφωθεί, δίνοντας τη δυνατότητα γρήγορης εξέλιξης στην αγορά. Η βασισμένη στο λογισμικό αρχιτεκτονική των μηχανημάτων μπορεί να συμβάλλει στη γρήγορη ανάπτυξη των νέων υπηρεσιών.

6.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ VOIP

- Απώλεια ποιότητας φωνής: Οι τεχνικοί γνωρίζουν πως τα δίκτυα δεδομένων είναι πολύ διαφορετικά από τα δίκτυα φωνής. Στα δίκτυα δεδομένων, κυρίως Ethernet που κυριαρχούν στα εταιρικά υπολογιστικά περιβάλλοντα, πακέτα αναπηδούν αόριστα, ακαθόριστα. Μπορεί να συγκρουστούν και να καταστραφούν ακόμα και να χαθούν. Τόσο οι μηχανισμοί διόρθωσης σφάλματος σε Ethernet εξοπλισμό όσο και το ίδιο το IP πρωτόκολλο μπορούν εύκολα να αντισταθμίσουν την απώλεια των δεδομένων. Όμως η απώλεια πακέτων μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στις κλήσεις φωνής, που απαιτούν μια καλή ποιότητα, πραγματικού χρόνου ροή πακέτων από τη μία άκρη του δικτύου στην άλλη. Και ενώ ο ανθρώπινος νους μπορεί να κατανοήσει την ανθρώπινη ομιλία ακόμα και όταν

υπάρχει μεγάλη παραμόρφωση, οι χρήστες έχουν εξοικειωθεί σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο ποιότητας κλήσεως.

- Απώλεια αξιοπιστίας: Τα δίκτυα δεδομένων δεν είναι ακόμα τόσο αξιόπιστα όσο τα δίκτυα φωνής. Όλοι έχουμε ακούσει τις φράσεις: «πάγωσε ο υπολογιστής ή το δίκτυο είναι κάτω». Αυτό όμως σπάνια συμβαίνει με τα τηλέφωνα ή με τους τηλεφωνικούς μεταφορείς. Η άμεση και συνεχής πρόσβαση στους άλλους χρήστες με τη χρήση τηλεφώνου είναι ο βασικότερος λόγος που λίγοι θέλουν να αντικαταστήσουν το τηλέφωνο με τη φωνητική επικοινωνία παρά τα μεγάλα οικονομικά οφέλη που παρέχει.
- Ταχεία εξέλιξη της τεχνολογίας: Ο αλματώδης ρυθμός ανάπτυξης στην τεχνολογία των υπολογιστών, και των επικοινωνιών γενικότερα, κάνει σήμερα τους επιχειρηματίες να είναι διστακτικοί όσον αφορά την οποιαδήποτε αγορά νέου εξοπλισμού. Δύο είναι οι κύριοι λόγοι που συμβάλλουν στην αναποφασιστικότητα των επιχειρηματιών για την επένδυση σε μια νέα υπηρεσία. Ένας, είναι η μεγάλη πιθανότητα ότι μια άλλη καλύτερη λύση για το VoIP θα έρθει σύντομα μετά από τη δέσμευση ενός προϊόντος σε έναν προμηθευτή. Εάν η επένδυση σε αυτό το προϊόν είναι σημαντική, είναι σχεδόν άσκοπο να το αχρηστεύσουν και να διαλέξουν την καινούρια καλύτερη λύση. Μια άλλη σημαντικότερη ανησυχία για τους υπεύθυνους, αποτελεί το γεγονός ότι η επιλογή ενός προϊόντος που οδηγεί στη σύγκλιση φωνής- δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε μια συμφωνία πέρα από την ίδια τη VoIP λύση, που αναγκάζει μια μακροπρόθεσμη υπόσχεση για τη δικτύωση της εταιρίας με αυτή την αρχιτεκτονική. Αυτή η ανησυχία επιδεινώνεται από την έλλειψη καθαρών προτύπων στην αγορά του VoIP. Στην απουσία τέτοιων προτύπων οι αρμόδιοι για τον εξοπλισμό της εταιρίας με τη σύγχρονη τεχνολογία στηρίζουν την ανησυχία τους που αφορά τη δέσμευση των εταιριών σε οποιαδήποτε ιδιόκτητη αρχιτεκτονική δομή.
- Έλλειψη εμπειρίας και πείρας: Η VoIP τεχνολογία είναι καινούρια. Κάθε νέα υπηρεσία πρέπει να ελέγχεται και έπειτα να κυριαρχεί στην αγορά. Αυτό όμως παίρνει χρόνο. Χωρίς την κατάλληλη πείρα και το προσεκτικό σχεδιασμό η τεχνολογία μπορεί να είναι ενάντια στην εξέλιξη.

6.5 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ VOIP

Το VoIP μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα να πραγματοποιούνται τηλεφωνικές κλήσεις (να κάνουμε ό,τι ακριβώς και με το σημερινό PSTN) και να στέλνονται μηνύματα τηλεομοιοτυπίας (facsimiles) μέσω δικτύων δεδομένων που βασίζονται στο IP. Έχουν την κατάλληλη ποιότητα φωνής και ταυτόχρονα το μεγαλύτερο όφελος. Το VoIP θα μπορούσε να εκπληρώσει όλες σχεδόν τις απαιτήσεις της φωνητικής επικοινωνίας, που εκτείνονται από ένα απλό σύστημα εσωτερικής ενδοεπικοινωνίας μέχρι ένα σύνθετο πολλαπλών σημείων (multi-point) σύστημα τηλεσυνεδριάσεων. Η ποιότητα της αναπαραγόμενης φωνής που παρέχεται θα μπορούσε να προσαρμοστεί σύμφωνα με την εφαρμογή. Για παράδειγμα, οι κλήσεις των χρηστών μπορεί να χρειάζεται να είναι υψηλότερης ποιότητας από τις εσωτερικές εταιρικές κλήσεις. Για αυτό το λόγο, ο VoIP εξοπλισμός πρέπει να έχει την ευελιξία να τροφοδοτεί σε μια μεγάλη κλίμακα διαμορφώσεων και διαφορετικών

περιβαλλόντων. Τέλος, πρέπει να μπορεί να συνδυάσει το παραδοσιακό τηλέφωνο με το VoIP.

Παραδείγματα εφαρμογών VoIP αποτελούν τα ακόλουθα:

- Πύλες PSTN: Η αλληλοσύνδεση του Internet με το PSTN μπορεί να ολοκληρωθεί χρησιμοποιώντας μια πύλη που ενσωματώνεται με ένα PBX ή που παρέχεται σε μια χωριστή συσκευή. Ένα PC-based τηλέφωνο, για παράδειγμα, μπορεί να έχει πρόσβαση στο δημόσιο δίκτυο καλώντας μια πύλη σε ένα σημείο κοντά στον προορισμό (ελαχιστοποιώντας τις δαπάνες μεγάλων αποστάσεων).
- Internet- aware τηλέφωνα: Τα συνηθισμένα τηλέφωνα (ενσύρματα ή ασύρματα) μπορούν να εξοπλιστούν κατάλληλα ώστε να λειτουργούν σαν μια Internet συσκευή πρόσβασης και ταυτόχρονα να παρέχουν τις υπηρεσίες ενός κανονικού τηλεφώνου. Οι υπηρεσίες καταλόγου θα μπορούσαν να προσεγγιστούν μέσω του Internet με την υποβολή του ονόματος και να έχουμε τη λήψη της φωνητικής (ή γραπτής) απάντησης.
- Εσωτερική ζεύξη πάνω από εταιρικά δίκτυα: Η αντικατάσταση των δεσμών ανάμεσα στην εταιρία και στο κύριο PBX χρησιμοποιώντας μια δικτυακή σύνδεση παρέχει μεγάλη οικονομία και βοηθά να παγιωθούν οι δυνατότητες των δικτύων.
- Μακρινή πρόσβαση από ένα περιφερειακό γραφείο: Ένα μικρό γραφείο θα μπορούσε να αποκτήσει πρόσβαση σε εταιρική φωνή, δεδομένα και άλλες υπηρεσίες χρησιμοποιώντας το δίκτυο της εταιρίας. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο για τους υπαλλήλους που εργάζονται σε ένα τηλεφωνικό κέντρο.
- Φωνητικές κλήσεις από ένα φορητό υπολογιστή μέσω του Internet: Οι κλήσεις σε γραφείο μπορούν να πραγματοποιηθούν χρησιμοποιώντας ένα PC που συνδέεται μέσω του internet.
- Κεντρική πρόσβαση στο internet: Η πρόσβαση στις βασικές ευκολίες της κλήσεως μέσω διαδικτύου (internet) είναι πολύτιμη βοήθεια για την εφαρμογή του ηλεκτρονικού εμπορίου. Η κύρια πρόσβαση στο διαδίκτυο (internet) δίνει τη δυνατότητα σε έναν πελάτη να έχει πρόσβαση στις υπηρεσίες πελατών online πέραν από τα ζητήματα που αφορούν το internet. Μια άλλη VoIP εφαρμογή για τα τηλεφωνικά κέντρα είναι η αλληλοσύνδεση πολλαπλών κέντρων κλήσεων. Ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι εταιρίες στο να μετατραπούν οι επισκέπτες των ιστοσελίδων σε αγοραστές είναι η φτωχή online αλληλεπικοινωνία. Σε ένα κατάστημα οι πελάτες μπορούν να ζητήσουν περισσότερες πληροφορίες από τους υπαλλήλους. Σε μια ιστοσελίδα αυτού του είδους η επικοινωνία είναι προβληματική. Χρησιμοποιώντας όμως το VoIP οι επισκέπτες των ιστοσελίδων θα μπορούν πατώντας ένα κουμπί να ανοίξουν μια φωνητική συνομιλία με ένα κέντρο που μπορεί να απαντηθεί οποιαδήποτε ερώτησή τους ή να εξεταστεί κάποιο πρόβλημα που έχουν.

Μια από τις εφαρμογές για την IP τηλεφωνία είναι η πραγματικού χρόνου μετάδοση μηνυμάτων τηλεομοιοτυπίας που ονομάζεται επίσης Fax over IP (FoIP). Υπηρεσίες τηλεομοιοτυπίας χρησιμοποιούν dial up PSTN συνδέσεις, με ταχύτητα

14.4 Kbps, ανάμεσα στις συμβατές μηχανές fax. Η ποιότητα μετάδοσης επηρεάζεται από τις καθυστερήσεις των δικτύων, τη συμβατότητα των μηχανών και την ποιότητα του αναλογικού σήματος. Για να λειτουργήσει σε δίκτυα πακέτων μια διάταξη προσαρμογής με σύστημα τηλεομοιοτυπίας (fax interface) πρέπει να μετατρέψει τα δεδομένα σε μορφή πακέτου, να χειριστεί τη μετατροπή από αναλογικό σε ψηφιακό, να ελέγξει πρωτόκολλα, να επιβεβαιώνει την ολοκληρωμένη διανομή των ανιχνευτών δεδομένων με τη σωστή σειρά.

Πολλές VoIP εφαρμογές που έχουν οριστεί θεωρούνται πραγματικού χρόνου δραστηριότητες. Υπηρεσίες αποθήκευσης και μεταβίβασης φωνής θα εφαρμοστούν χρησιμοποιώντας VoIP. Για παράδειγμα, φωνητικά μηνύματα μπορούν να δημιουργηθούν χρησιμοποιώντας τοπικά τηλέφωνα, και να διανεμηθούν σε ταχυδρομικό κιβώτιο φωνής/ δεδομένων χρησιμοποιώντας υπηρεσίες του διαδικτύου ή του τοπικού δικτύου (internet ή intranet services). Στο άμεσο μέλλον οι πραγματικού χρόνου τρόποι και οι τρόποι αποθήκευσης και μεταβίβασης των λειτουργιών θα χρειαστεί να είναι συμβατοί και διαλειτουργικοί.

Εκτός από τις εταιρίες που σχετίζονται με το Internet και χρησιμοποιούν τις εφαρμογές και την τεχνολογία της IP τηλεφωνίας και οι εταιρίες με τα ιδιωτικά δίκτυα ή με τα τοπικά δίκτυα ενός μεγάλου οργανισμού, τα ευρείας περιοχής δίκτυα, τα εκτεταμένα δίκτυα (extranets), και τέλος οι επιχειρήσεις δικτύων χρησιμοποιούν την IP τηλεφωνία. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε: μεταφορείς συναλλαγών (InterExchange Carriers, IXC), μεγάλης αποστάσεως μεταφορείς, υπηρεσίες παροχής Internet (Internet Service Providers, ISPs), εταιρίες παροχής τηλεφωνίας μέσω Internet (Internet Telephony Service Providers, ITSPs), τηλεφωνικά κέντρα και ευρύτερες υπηρεσίες γραφείων.

7 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

SMARTPHONES

7.1 SMARTPHONES

Με τον όρο smartphone γίνεται αναφορά σε μία κατηγορία νέων κινητών συσκευών βασισμένα σε λειτουργικά συστήματα ειδικά αναπτυγμένα για τερματικά κινητά τηλέφωνα, με προηγμένες δυνατότητες υπολογιστικής ισχύος και ευκολότερη συνδεσιμότητα σε σχέση με τα υπάρχοντα κλασικά κινητά τηλέφωνα.

Τα πρώτα smartphones συνδύαζαν τα χαρακτηριστικά ενός προσωπικού ψηφιακού βοηθού (PDA) με ένα κινητό τηλέφωνο. Αργότερα προστέθηκαν και άλλες εφαρμογές όπως η δυνατότητα αναπαραγωγής ήχου, λήψης ψηφιακών φωτογραφιών και πλοήγησης μέσω του συστήματος GPS με σκοπό την ενοποίηση πολλών λειτουργιών σε μία συσκευή. Τα σύγχρονα smartphones περιλαμβάνουν επίσης υψηλής ανάλυσης οθόνες αφής και προγράμματα περιήγησης στο Web, καθώς και υψηλής ταχύτητας πρόσβαση σε Wi-Fi δίκτυα και υπηρεσίες κινητής ευρυζωνικότητας.

Τα πιο συνηθισμένα λειτουργικά συστήματα (OS) κινητών τηλεφώνων που χρησιμοποιούνται από τα σύγχρονα smartphones περιλαμβάνουν το Android της Google, το iOS της Apple, το Symbian της Nokia, το BlackBerry της RIM OS, το Bada της Samsung, το Windows της Microsoft Phone, το webOS της Hewlett-Packard όπως επίσης και τις διανομές Maemo και MeeGo του Linux. Κάποια από τα λειτουργικά συστήματα, όπως αυτό του Android, μπορούν να εγκατασταθούν σε πολλά διαφορετικά μοντέλα κινητών τηλεφώνων, γεγονός που τα καθιστά πλήρως παραμετροποίησημα, εύχρηστα και λειτουργικά.

7.2 Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ANDROID

Το Android είναι το λειτουργικό σύστημα για συσκευές κινητής τηλεφωνίας το οποίο τρέχει τον πυρήνα του λειτουργικού Linux. Αρχικά αναπτύχθηκε από την Google και αργότερα από την Open Handset Alliance. Επιτρέπει στους κατασκευαστές λογισμικού να συνθέτουν κώδικα με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Java, ελέγχοντας την συσκευή μέσω βιβλιοθηκών λογισμικού ανεπτυγμένων από την Google.

7.2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Παρόλο που το Android είναι ένα προϊόν ελεύθερου λογισμικού, ένα κομμάτι της ανάπτυξης του λογισμικού συνεχίζεται σε ιδιωτικό παρακλάδι. Για να έρθει αυτό το λογισμικό σε κοινή θέαση δημιουργήθηκε ένα παρακλάδι του μόνο ανάγνωσης, εν ονόματι "Cupcake". Αξιοσημείωτες αλλαγές στο λειτουργικό Android θα παρουσιαστούν στο cupcake και περιλαμβάνουν αλλαγές στο σύστημα διαχείρισης

των μεταφορτώσεων (download manager), το framework, Bluetooth, το λογισμικό συστήματος, το ραδιόφωνο και το σύστημα τηλεφωνίας, εργαλεία προγραμματισμού, το κυρίως σύστημα και διάφορες εφαρμογές, καθώς και πληθώρα διορθώσεις σφαλμάτων.^[12]

Στις 30 Απριλίου 2009, κυκλοφόρησε η επίσημη ενημέρωση έκδοσης 1.5 για το Android. Αποτελείται από πολλά νέα χαρακτηριστικά και βελτιώσεις στο γραφικό περιβάλλον:

- Δυνατότητα καταγραφής κινούμενης εικόνας με την χρήση της αντίστοιχης λειτουργίας του τηλεφώνου
- Μεταφόρτωση αρχείων βίντεο στο YouTube και εικόνων στο Picasa κατευθείαν από το τηλέφωνο
- Επανασχεδιασμένο λογισμικό πληκτρολογίου με λειτουργία αυτόματης συμπλήρωσης κειμένου
- Δυνατότητα αυτόματης σύνδεσης ασύρματης συσκευής ακουστικού Bluetooth εφόσον εντοπιστεί σε μια συγκεκριμένη απόσταση
- Νέα widgets και φάκελοι που μπορούν να τοποθετηθούν στην επιφάνεια εργασίας
- Εφέ αλλαγής οθονών και μενού
- Διευρυμένη λειτουργία αντιγραφής/επικόλλησης για να περιλαμβάνει δικτυακές διευθύνσεις

Έκδοση	Ημερομηνία	API level	Διανομή
4.1.x <i>Jelly Bean</i>	10 Ιουλίου 2012	16	Άγνωστο
4.0.x <i>Ice Cream Sandwich</i>	19 Οκτωβρίου 2011	14-15	10.9%
3.x.x <i>Honeycomb</i>	22 Φεβρουαρίου 2011	11-13	2.1%
2.3.x <i>Gingerbread</i>	6 Δεκεμβρίου 2010	9-10	64.0%
2.2 <i>Froyo</i>	20 Μαΐου 2010	8	17.3%
2.0, 2.1 <i>Eclair</i>	26 Οκτωβρίου 2009	7	4.7%
1.6 <i>Donut</i>	15 Σεπτεμβρίου 2009	4	0.5%
1.5 <i>Cupcake</i>	30 Απριλίου 2009	3	0.2%

7.2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Λειτουργίες Οθόνης	Η πλατφόρμα είναι προσαρμόσιμη σε μεγαλύτερη ανάλυση (VGA), δισδιάστατες ψηφιακές γραφικές βιβλιοθήκες, τρισδιάστατα γραφικά βασισμένα στην OpenGL ES 1.0 έκδοση χαρακτηριστικών, καθώς και παραδοσιακές απεικονίσεις οθόνης "έξυπνων" συσκευών κινητής τηλεφωνίας.
Αποθήκευση Δεδομένων	Χρήση βάσης δεδομένων SQLite για τις ανάγκες αποθήκευσης.
Συνδεσιμότητα	Το Android υποστηρίζει τεχνολογίες συνδεσιμότητας συμπεριλαμβανομένου GSM/EDGE, CDMA, EV-DO, UMTS, Bluetooth, και Wi-Fi.
Αποστολή μηνυμάτων	SMS και MMS είναι οι διαθέσιμοι τρόποι ανταλλαγής μηνυμάτων.
Περιήγηση στον Ιστό	Για την περιήγηση στον ιστό το Android διαθέτει ένα φυλλομετρητή βασισμένο στην ανοιχτή τεχνολογία WebKit.
Υποστήριξη Java	Λογισμικό γραμμένο στην Java είναι δυνατόν να μεταγλωττιστεί και να εκτελεστεί στην εικονική μηχανή Dalvik, η οποία είναι μια εξειδικευμένη υλοποίηση εικονική μηχανής, σχεδιασμένη για χρήση σε φορητές συσκευές, παρόλο που δεν είναι μια πρότυπη εικονική μηχανή Java.
Υποστήριξη Πολυμέσων	Το λειτουργικό Android υποστηρίζει τις ακόλουθα μορφές ήχου, στατικής και κινούμενης εικόνας: H.263, H.264 (σε 3GP ή MP4 container), MPEG-4 SP, AMR, AMR-WB, AAC, HE-AAC, MP3, MIDI, OGG Vorbis, WAV, JPEG, PNG, GIF, BMP.
Επιπλέον υποστήριξη hardware	Το λειτουργικό Android μπορεί να συνεργαστεί με κάμερες στατικής ή κινούμενης εικόνας, οθόνες αφής, GPS, αισθητήρες επιτάχυνσης, μαγνητόμετρα, δισδιάστατους καθώς και τρισδιάστατους επιταχυντές γραφικών.
Περιβάλλον Ανάπτυξης Λογισμικού	Περιλαμβάνει ένας προσομοιωτή συσκευής, εργαλεία για διόρθωση σφαλμάτων, μνήμη και εργαλεία ανάλυσης της απόδοσης του εκτελέσιμου λογισμικού καθώς και ένα επιπρόσθετο για το Eclipse IDE.

Αγορά και
Εγκατάσταση
Εφαρμογών

Παρόμοια με το App Store του iPhone OS, το Android Market είναι ένας κατάλογος εφαρμογών που μπορούν να μεταφορτωθούν και εγκατασταθούν στην συσκευή άμεσα μέσω ασύρματων καναλιών, χωρίς την χρήση υπολογιστή. Αρχικά μόνο δωρεάν εφαρμογές ήταν δυνατόν να εγκατασταθούν. Εφαρμογές επί πληρωμή ήταν μετέπειτα διαθέσιμες στο Android Market στις ΗΠΑ ύστερα από τις 19 Φεβρουαρίου 2009.

Οθόνη Αφής
Πολλαπλών
Σημείων

Το λειτουργικό Android είχε εξ ορισμού υποστήριξη για οθόνες πολλαπλών σημείων αλλά η δυνατότητα αυτή έχει κλειδωθεί σε επίπεδο πυρήνα (πιθανόν για αποφυγή παραβιάσεων των πατεντών λογισμικού της Apple στις τεχνολογίες οθονών αφής). Κυκλοφορεί μια ανεπίσημη τροποποίηση (mod) που έχει αναπτυχθεί για να υποστηρίξει πολλαπλή επαφή (multi-touch), αλλά απαιτεί δικαιώματα πρόσβασης υπερχρήστη (superuser) στη συσκευή για να γραφεί στη μνήμη flash ένας πυρήνας που να μην είναι υπογεγραμμένος (unsigned kernel).

7.2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ANDROID

Η πλατφόρμα Android αποτελεί αδιαμφισβήτητα το ταχύτερα αναπτυσσόμενο λειτουργικό σύστημα ανοιχτού κώδικα για „έξυπνες“ συσκευές επιτρέποντας σε κάθε ένας –αρχάριο και μη- την ανάπτυξη και διάθεση πολύπλοκων και προηγμένων εφαρμογών σε ένα ευρύ και απαιτητικό κοινό. Μερικά από τα πλεονεκτήματα της πλατφόρμας Android που ξεχωρίζουν παραθέτονται στις ακόλουθες παραγράφους.

1. Λειτουργικότητα και ευελιξία: Το Android είναι μια μοναδική πλατφόρμα που επιτρέπει την ανάπτυξη εφαρμογών λογισμικού το οποίο εκμεταλλεύεται πλήρως τις δυνατότητες μιας συμβατής συσκευής. Για παράδειγμα, οι προγραμματιστές εφαρμογών είναι ελεύθεροι να δημιουργήσουν εφαρμογές που χρησιμοποιούν οποιαδήποτε από τις βασικές λειτουργίες του τηλεφώνου όπως η αποστολή SMS, τηλεφωνικές κλήσεις, τη λήψη φωτογραφιών, το GPS κτλ. Έτσι διευκολύνονται στην ανάπτυξη πιο περίπλοκου και πιο πλούσια λειτουργικού λογισμικού. Αυτό το λειτουργικό σύστημα κινητών τηλεφώνων (ή άλλων μικρών φορητών συσκευών που συνδέονται στο διαδίκτυο) στηρίζεται στον ελεύθερο πυρήνα του Linux. Επιπλέον, η πλατφόρμα ανάπτυξης Android είναι μια πλατφόρμα multi tasking, πράγμα που σημαίνει ότι κάθε εφαρμογή μπορεί να τρέξει στο τηλέφωνο ταυτόχρονα κάποια άλλη χωρίς να επηρεαστεί η απόδοσή τους, και αυτό είναι καλύτερο από το να περιορίζεται σε μία εφαρμογή κάθε φορά. Το Android είναι μια πλατφόρμα ανοικτού κώδικα, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί εύκολα να επεκταθεί και να τροποποιηθεί για να συμβαδίζει και να υιοθετεί τις τελευταίες τεχνολογίες και εξελίξεις. Το γεγονός ότι και η πηγή της πλατφόρμας είναι ανοικτή διασφαλίζει ότι η ανάπτυξη το Android θα έχει συνεχή πρόοδο και θα εξελίσσεται αφού ένας μεγάλος αριθμός ικανών android προγραμματιστών εργάζεται για τη δημιουργία ελεύθερων για χρήση προηγμένων εργαλείων λογισμικού.

2. Πλήρης παραμετροποίηση: Δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των λειτουργιών / εφαρμογών οι οποίες είναι ενσωματωμένες στο τηλέφωνο από τις εφαρμογές που δημιουργούνται και προστίθενται από τρίτους προγραμματιστές Android. Οι τελευταίες μπορούν και έχουν την ίδια πρόσβαση σε όλες τις κύριες λειτουργίες της συσκευής κάτι που επιτρέπει στους τελικούς χρήστες να απολαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών Android που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σχεδόν απεριόριστη σκοπούς. Με συσκευές χτισμένες στην πλατφόρμα Android, οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόσουν πλήρως τη συσκευή τους ανάλογα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις τους. Τυχόν εφαρμογές ακόμα και οι βασικές λειτουργίες μπορεί να τροποποιηθούν ή να αντικατασταθούν πλήρως από άλλες. Για παράδειγμα, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει την επιθυμητή του εφαρμογή για να εμφανίσει τις φωτογραφίες που είναι αποθηκευμένες στο τηλέφωνό του, ή για να έχει πρόσβαση στην αλληλογραφία του.

3. Διαδραστικότητα: Οι προγραμματιστές Android μπορούν να δημιουργήσουν πολύπλοκες καινοτόμες εφαρμογές με σχεδόν απεριόριστη λειτουργικότητα. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή μπορεί να μεταδώσει τα δεδομένα από το κινητό σας με το διαδίκτυο (κάτι που μπορεί να περιλαμβάνει το ημερολόγιο σας και τις προγραμματισμένες εκδηλώσεις, λίστα με τις επαφές, τις φωτογραφίες σας και ακόμη και την τρέχουσα θέση σας, αλλά και παραγγελίες, τιμολόγια κτλ) και να λάβει όλα όσα μπορεί να χρειαστεί online και να εμφανίζονται στην οθόνη της συσκευής.

4. Απλούστερη Ανάπτυξη Εφαρμογών Κινητών: Η πλατφόρμα παρέχει στο καθένα που ασχολείται με την ανάπτυξη εφαρμογών τη δυνατότητα χρησιμοποίησης μια μεγάλης ποικιλίας από βιβλιοθήκες και τα χρήσιμα εκείνα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία του πιο εξελιγμένου λογισμικού. Αυτή η ολοκληρωμένη δέσμη από έτοιμα εργαλεία αυξάνει σημαντικά την παραγωγικότητα των προγραμματιστών Android εφαρμογών και τους βοηθά να δημιουργήσουν εκπληκτικά πλούσιο λογισμικό γρηγορότερα και με λιγότερα λάθη.

8 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

Σκοπός της εφαρμογής είναι η διαχείριση συνόδων μεταξύ δύο μερών μέσω του πρωτοκόλλου σηματοδοσίας SIP και η πραγματοποίηση κλήσης. Στο κεφάλαιο αυτό ορίζονται οι προδιαγραφές που πρέπει να πληρεί η εφαρμογή, περιγράφονται τα βήματα υλοποίησής της και παραθέτονται τα βασικά της στοιχεία.

8.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΟΧΩΝ

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

1. Η εφαρμογή αφορά στη επικοινωνία μεταξύ δύο τερματικών συσκευών: Πιο συγκεκριμένα στη μετάδοση φωνής. Μία τουλάχιστον τερματική συσκευή πρέπει να είναι συμβατή και να υποστηρίζει εφαρμογές στην πλατφόρμα Android (trivial). Αναλυτικότερα: Η συσκευή θα πρέπει να διαθέτει την κατάλληλη έκδοση Android (Android Version) ώστε να υποστηρίζει τη μετάδοση φωνής.

2. Η μετάδοση φωνής πρέπει να υποστηρίζεται από το πρωτόκολλο επικοινωνίας SIP: Μια σειρά από κανόνες πρέπει να διασφαλίζουν την ομαλή, αμφίδρομη, αδιάλειπτη, ποιοτική και σε πραγματικό χρόνο επικοινωνία μεταξύ των 2 μερών πριν την έναρξη της συνομιλίας, κατά τη διάρκειά της αλλά και μετά τη λήξη της. Οι κανόνες αυτοί σχετίζονται με την:

- Αποστολή αίτησης συνόδου
- Αποδοχή/Διακοπή αίτησης
- Πραγματοποίηση συνόδου και τέλος τον
- Τερματισμό συνόδου

3. Η εφαρμογή πρέπει να προσφέρεται μέσω ενός εύχρηστου γραφικού περιβάλλον (User Interface): Η εφαρμογή θα πρέπει να διαθέτει κατάλληλο γραφικό περιβάλλον για:

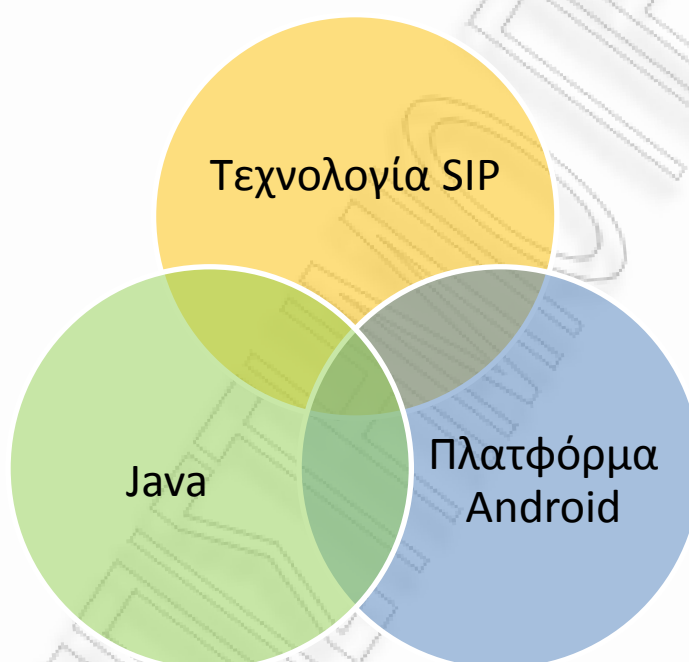
- την πραγματοποίηση των απαραίτητων ρυθμίσεων και ελέγχων πριν την έναρξη της συνομιλίας
- την επιλογή τηλεφωνικού αριθμού
- την αποστολή/αποδοχή/ διακοπή αιτήματος συνομιλίας
- τη τερματισμό συνομιλίας
- την παροχή προς τον χρήστη όλων των απαραίτητων πληροφοριών για την τρέχουσα κατάσταση της κλήσης (call progress status)

4. Κατάλληλο υλισμικό πρέπει να διασφαλίζει την ομαλή λειτουργία της εφαρμογής.

8.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Στις επόμενες ενότητες αναφέρονται τα βασικά στοιχεία λογισμικού και υλισμικού τα οποία συνθέτουν την εφαρμογή. Τρεις είναι οι βασικοί άξονες σχεδιασμού της εφαρμογής(Εικόνα 8.1):

1. Επιλογή κατάλληλης Android έκδοσης,
2. Εξασφάλιση τεχνολογίας (hardware, software) για την υποστήριξης κλήσεων βασισμένες στο πρωτόκολλο SIP και
3. Δημιουργία κατάλληλου User Interface (UI) με τη χρήση της Java για τη διαχείριση της εφαρμογής [11].

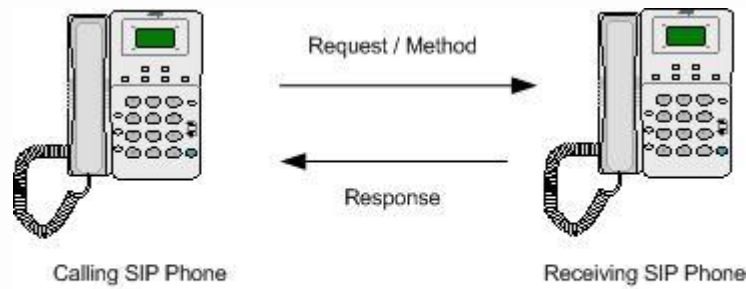


Εικόνα 8.1: Ανάλυση σχεδίασης

1. Προδιαγραφές Android Version[12]: Η επιλογή του κατάλληλου Android Version εξαρτάται από την εφαρμογή που πρόκειται να αναπτυχθεί. Εάν για παράδειγμα η εφαρμογή προορίζεται για smartphones θα πρέπει να επιλεγεί και να εγκατασταθεί κατάλληλο πακέτο (από το SDK Platform Android Version 1.5, API 3 έως SDK Platform Android Version 2.3.3 API 10) [13]. Όσο μικρότερη είναι η Android έκδοση (Android Version) τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των διαφορετικών Android συσκευών που μπορούν να υποστηρίξουν την εφαρμογή. Δυστυχώς όμως η δυνατότητα ανάπτυξης σύνθετων και μοντέρνων εφαρμογών είναι περιορισμένη σε αυτή τη περίπτωση.

2. Προδιαγραφές για τη μετάδοση φωνής μέσω του πρωτοκόλλου SIP [14]: Για τη μετάδοση φωνής μέσω του πρωτοκόλλου SIP, απαραίτητη είναι η εξασφάλιση ενός παρόχου υπηρεσιών VOIP ή διακομιστής SIP. Ο διακομιστής SIP (SIP Server)

αναλαμβάνει τη διεύθυνση όλων των κλήσεων SIP στο δίκτυο. Ο SIP server αναφέρεται και ως server μεσολάβησης SIP ή καταχωρητής.



SIP Requests & Responses in a SIP call

Εικόνα 8.2: Αιτήσεις και αποκρίσεις SIP

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, το SIP χρησιμοποιεί αιτήσεις και αντίστοιχες αποκρίσεις για να πραγματοποιήσει μια τηλεφωνική σύνοδο (Εικόνα 8.2).

Για τις ανάγκες της εφαρμογής αξιοποιήθηκαν οι δυνατότητες απόκτησης τηλεφωνικού αριθμού VoIP και πρόσβασης σε διακομιστή SIP, για περιορισμένο χρονικό διάστημα, από την εταιρία VIVA.gr καθώς επίσης και οι παρεχόμενες βιβλιοθήκες της Google για την υποστήριξη της υπηρεσίας αυτής.

Στο Παράρτημα IV παρουσιάζεται συνοπτικά ο τρόπος απόκτησης ενός τέτοιου αριθμού.

3. Δημιουργία κατάλληλου UI: Η εφαρμογή οφείλει να παρέχει τουλάχιστον δύο βασικές λειτουργίες, αυτή της κλήσης προς οποιοδήποτε τηλεφωνικό αριθμό και της εγγραφής στον SIP Server για την πραγματοποίηση/λήψη της κλήσης. Η κλήση πραγματοποιείται μέσω του Call UI (§ 8.3.1) ενώ η εγγραφή μέσω του Settings UI (§ 8.3.2).

8.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ

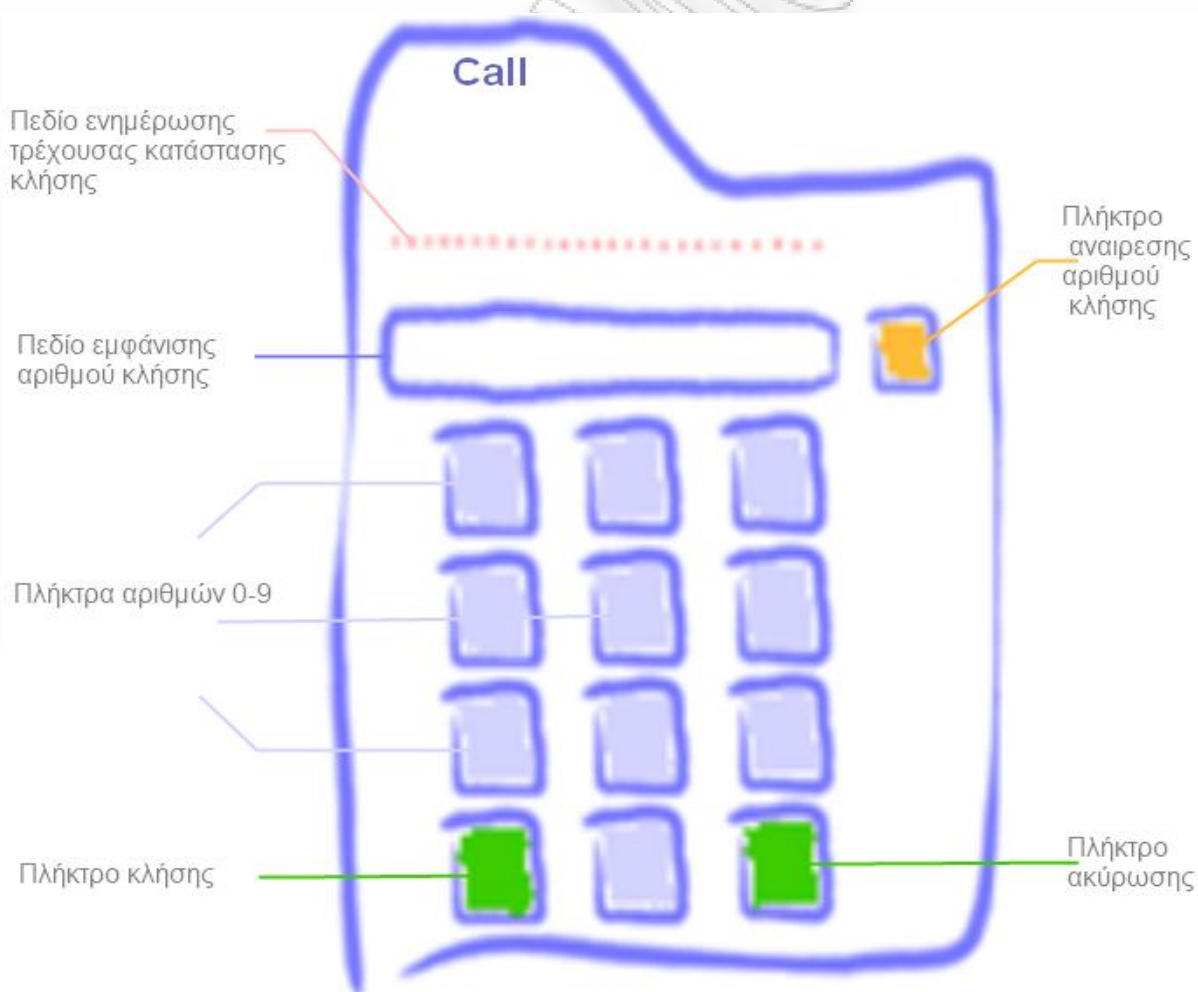
8.3.1 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ CALL UI

Το Call UI, αποτελεί το γραφικό περιβάλλον μέσω του οποίου παρέχεται η δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει τον τηλεφωνικό αριθμό, να αποστείλει αίτημα συνομιλίας και να τερματίσει/ακυρώσουμε μία κλήση.

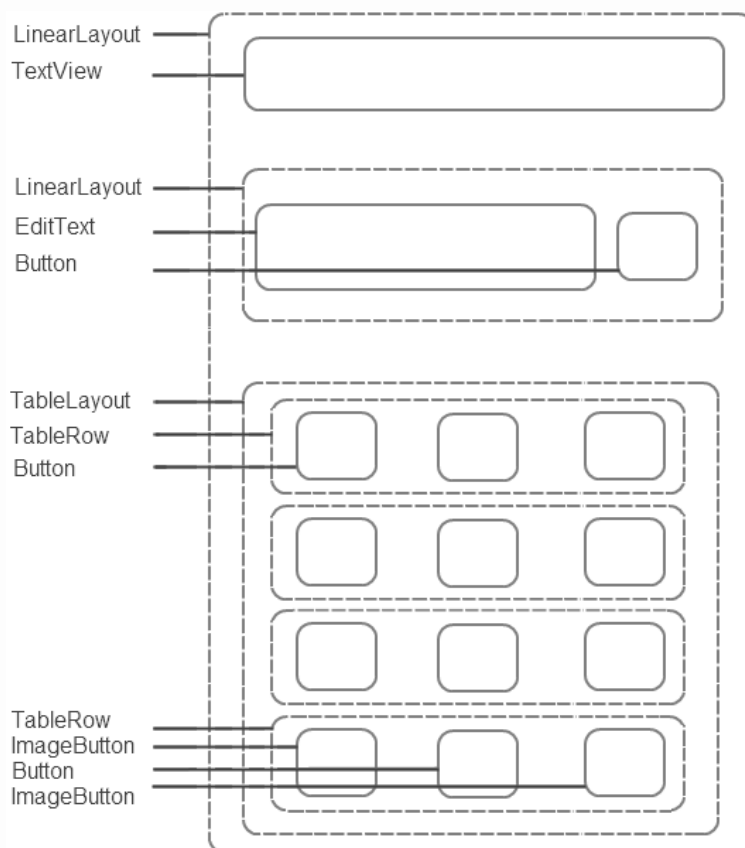
Το UI πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον

- Πεδίο ενημέρωσης τρέχουσας κατάστασης κλήσης
- Πεδίο εμφάνισης αριθμού κλήσης
- Πλήκτρο αναιρέσης/διόρθωσης αριθμού κλήσης
- Πλήκτρα αριθμών 0-9
- Πλήκτρο κλήσης
- Πλήκτρο τερματισμού/ακύρωσης

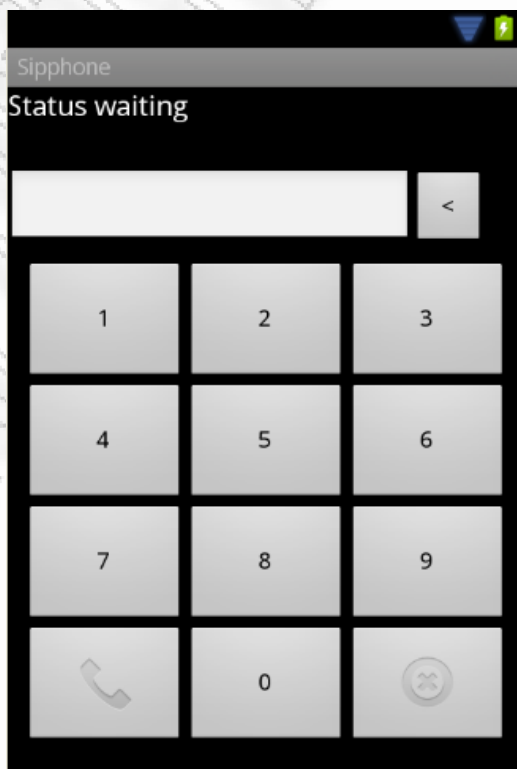
Η αρχική σύλληψη του Call UI παρουσιάζεται στην εικόνα 8.3α, ενώ η υλοποίησή του και η τελική του μορφή στις εικόνες 8.3β και 8.3γ αντίστοιχα.



Εικόνα 8.3α: Προσχέδιο Call UI



Εικόνα 8.3β: Δομικός σχεδιασμός Call UI (Block Diagram)



Εικόνα 8.3γ: Τελική μορφή Call UI

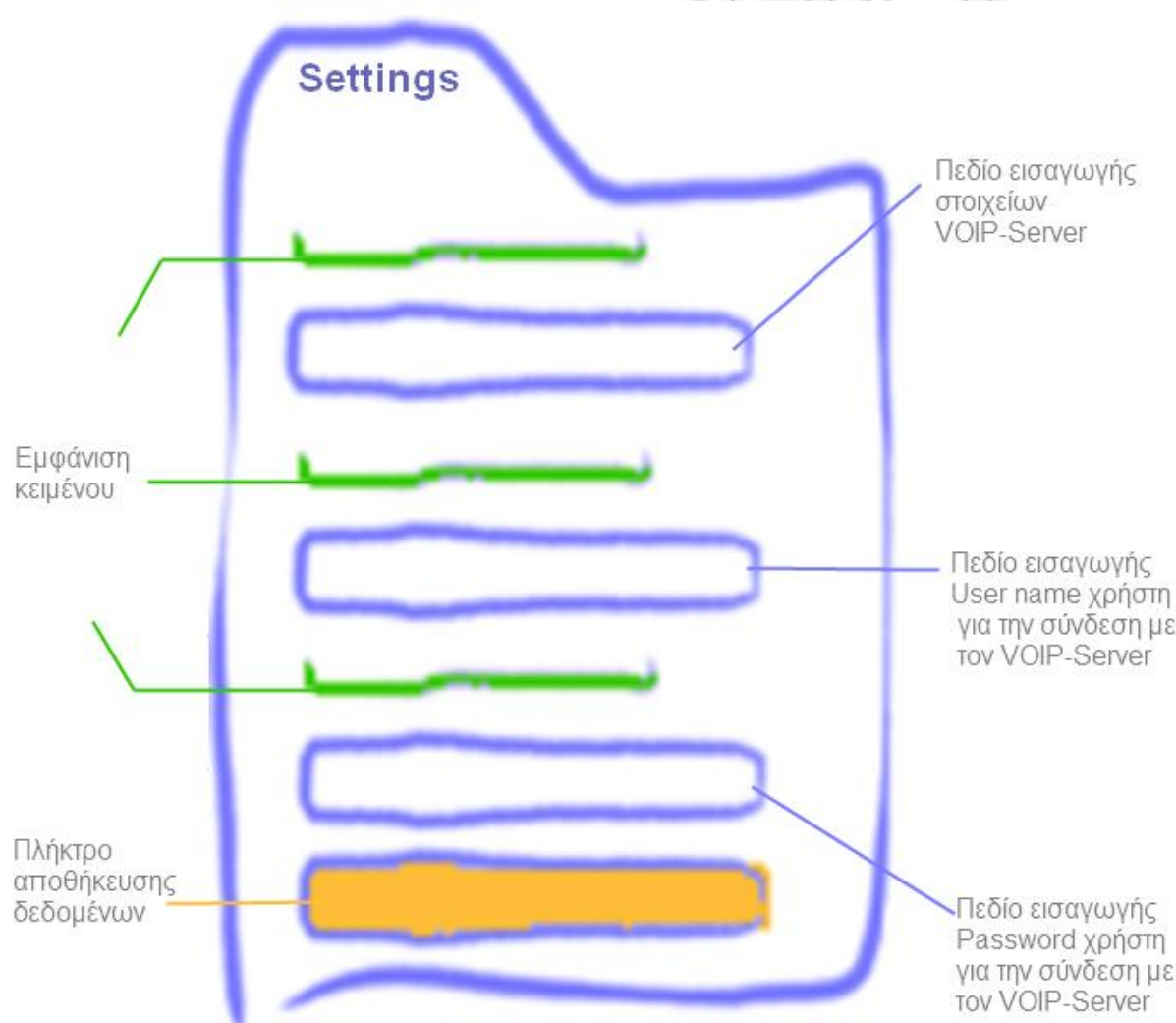
8.3.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ SETTINGS UI

Το Settings UI, αφορά σε όλες εκείνες τις ρυθμίσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν πριν προβεί ο χρήστης στην έναρξη μιας κλήσης.

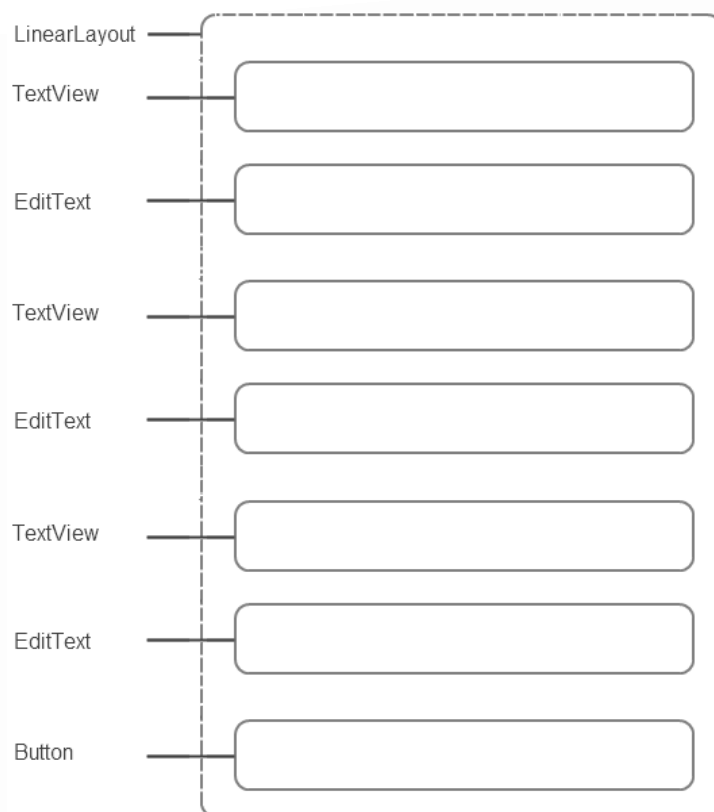
Το μέρος αυτό πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον

- Πεδίο εισαγωγής στοιχείων VoIP-Server
- Πεδίο εισαγωγής User name χρήστη για την σύνδεση με τον VoIP -Server
- Πεδίο εισαγωγής Password χρήστη για την σύνδεση με τον VoIP -Server
- Πλήκτρο αποθήκευσης των παραπάνω δεδομένων στο σύστημα

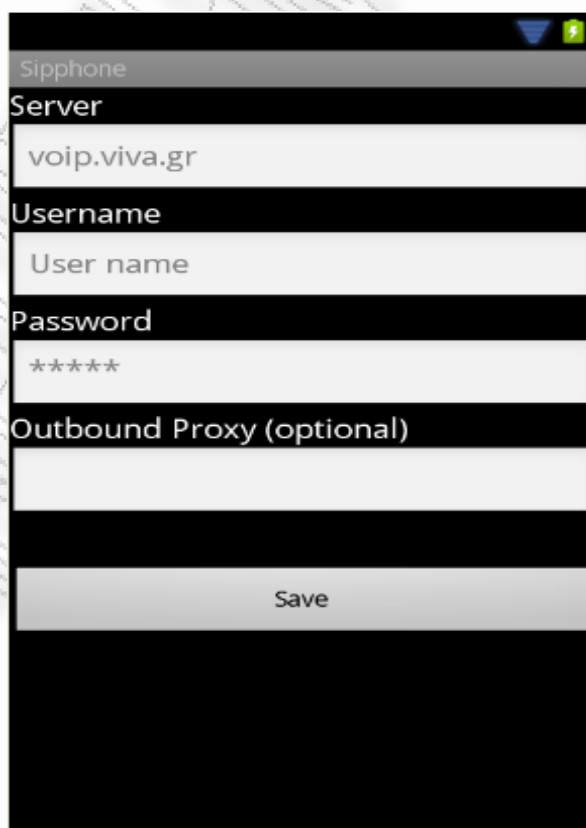
Η αρχική σύλληψη του Settings UI παρουσιάζεται στην εικόνα 8.4α, ενώ η υλοποίησή του και η τελική του μορφή στις εικόνες 8.4β και 8.4γ αντίστοιχα.



Εικόνα 8.4α: Προσχέδιο Settings UI



Εικόνα 8.4β: Δομικός σχεδιασμός Call UI (Block Diagram)



Εικόνα 8.4γ: Τελική μορφή Call UI

8.3.3 ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

1. **LinearLayout**: Είναι μία ομάδα που ευθυγραμμίζει όλες τις οντότητές της σε μία μόνο κατεύθυνση, κάθετα ή οριζόντια.

Αναλυτικά: <http://developer.android.com/guide/topics/ui/layout/linear.html>

2. **TextView**: Εμφανίζει το κείμενο στο χρήστη και προαιρετικά του επιτρέπει να το επεξεργαστεί. Το **TextView** είναι ένα πλήρες πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου, ωστόσο η βασική κατηγορία έχει ρυθμιστεί έτσι ώστε να μην επιτρέπεται η επεξεργασία του.

Αναλυτικά: <http://developer.android.com/reference/android/widget/TextView.html>

3. **EditText**: Επιτρέπει στο **TextView** να είναι επεξεργάσιμο.

Αναλυτικά: <http://developer.android.com/reference/android/widget/EditText.html>

4. **TableLayout**: Μια διάταξη που ρυθμίζει τις οντότητές της σε γραμμές και στήλες. Ένα **TableLayout** αποτελείται από έναν αριθμό **TableRow** αντικειμένων, που το καθένα ορίζει μια γραμμή.

Αναλυτικά: <http://developer.android.com/reference/android/widget/TableLayout.html>

5. **TableRow**: Μια διάταξη που ρυθμίζει τις οντότητές της σε οριζόντια θέση. Ένα **TableRow** πρέπει να χρησιμοποιείται πάντα ως οντότητα ενός **TableLayout**. Εάν δεν συμβαίνει αυτό, τότε το **TableRow** συμπεριφέρεται ως οριζόντιο **LinearLayout**.

Αναλυτικά: <http://developer.android.com/reference/android/widget/TableRow.html>

6. **Button**: Αντιπροσωπεύει ένα πλήκτρο. Τα πλήκτρα μπορούν να πατηθούν από τον χρήστη για να εκτελέσει μια ενέργεια.

Αναλυτικά: <http://developer.android.com/reference/android/widget/Button.html>

7. **ImageButton**: Εμφανίζει ένα κουμπί με μια εικόνα στην επιφάνια του (αντί του κειμένου) που μπορεί να πιεστεί ή να πατηθεί από τον χρήστη.

Αναλυτικά: <http://developer.android.com/reference/android/widget/ImageButton.html>

8.3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΩΝ ΚΛΑΣΕΩΝ

Κλάσεις	Περιγραφή
SipAudioCall	Διαχειρίζεται μια διαδικτυακή κλήση μέσω του πρωτοκόλλου SIP.
SipAudioCall.Listener	Listener για γεγονότα που σχετίζονται με μια κλήση SIP, όπως όταν μια κλήση λαμβάνεται ("on ringing") ή είναι εξερχόμενη ("on calling").
SipErrorCode	Καθορίζει τους κωδικούς σφάλματος που επιστρέφεται κατά τη διάρκεια των κλήσεων SIP.
SipManager	Παρέχει APIs για SIP εργασίες, όπως η έναρξη σύνδεσης SIP, και παρέχει πρόσβαση σε συναφείς υπηρεσίες SIP.
SipProfile	Ορίζει ένα προφίλ SIP, με πληροφορίες που σχετίζονται με τα SIP account, domain και server.
SipProfile.Builder	Βοηθητική κλάση για τη δημιουργία ενός SipProfile.
SipSession	Αντιπροσωπεύει μια σύνοδο SIP που σχετίζεται με ένα SIP διαλόγου ή μία αυτόνομη συναλλαγή.
SipSession.Listener	Listener για γεγονότα που σχετίζονται με μια σύνοδο SIP, όπως όταν καταχωρείτε μια σύνοδος ("on registering") ή μία εξερχόμενη κλήση ("on calling").
SipSession.State	Ορίζει τις καταστάσεις των SIP συνόδων όπως "registering", "outgoing call", και "in call".
SipRegistrationListener	Μια διεπαφή που είναι ένας Listener για SIP γεγονότα εγγραφής.

8.3.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΑΣΙΚΩΝ PERMISSIONS

- android.permission.USE_SIP: Επιτρέπει σε μια εφαρμογή να χρησιμοποιεί SIP υπηρεσία, για να πραγματοποιήσει ή να λάβει κλήσεις μέσω internet.
- android.permission.INTERNET: Επιτρέπει στις εφαρμογές να ανοίξουν υποδοχές δικτύου.

8.3.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

Για τη χρήση ενός SIP API, απαιτείται η δημιουργία ενός αντικειμένου SipManager. Το αντικείμενο αυτό φροντίζει τα ακόλουθα:

- Έναρξη των SIP συνεδριών.
- Έναρξη και λήψη κλήσεων.
- Εγγραφή, καταχώρηση και διαγραφή σε πάροχο SIP.
- Επαλήθευση σύνδεσης συνόδου.

8.3.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΩΝ ΡΟΥΤΙΝΩΝ

onCreate: Ρουτίνα η οποία προσπαθεί να ξεκινήσει κάποιο thread στο Android. Απαραίτητη για την εκκίνηση της εφαρμογής

tryToConnect: Μέσω αυτής της ρουτίνας επιχειρείται να γίνει σύνδεση με τον VoIP-Server

answer: Είναι η ρουτίνα η οποία ορίζει ποιες διεργασίες πρέπει να γίνουν σε περίπτωση που απαντηθεί μία εισερχόμενη κλήση

tryToCall: Αυτή η ρουτίνα περιγράφει τι γίνεται σε περίπτωση μίας εξερχόμενης κλήσης

onDestroy: Ρουτίνα η οποία ενεργοποιείται για τον τερματισμό της εφαρμογής σε περίπτωση που παρουσιαστεί σφάλμα

setStatus: Ρουτίνα η οποία ενημερώνει το χρήστη με μηνύματα για την τρέχουσα κατάσταση ή την πρόοδο της κλήσης

9 ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ

9.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ

Η προετοιμασία για τη δοκιμή του πρωτοτύπου περιλαμβάνει:

- Εγκατάσταση κατάλληλου λογισμικού για την ανάπτυξη εφαρμογής στην πλατφόρμα Android.
- Δημιουργία νέου έργου (project) και εισαγωγή της εφαρμογής στο Eclipse.
- Εγγραφή (registration) σε πάροχο υπηρεσιών VoIP.

9.1.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ANDROID

Πριν την ανάπτυξη οποιασδήποτε Android εφαρμογής, απαιτείται η εγκατάσταση και παραμετροποίηση των ακόλουθων προγραμμάτων:

1. Java Runtime Environment (JRE): Λογισμικό το οποίο επιτρέπει το “τρέξιμο” εφαρμογών Java (Java apps) στον υπολογιστή.
2. Java Development Kit (JDK): Λογισμικό το οποίο επιτρέπει το “γράψιμο” εφαρμογών Java (Java software).
3. Android Software Development Kit (Android SDK): Λογισμικό το οποίο παρέχει κατάλληλα εργαλεία για την ανάπτυξη εφαρμογών στην πλατφόρμα Android.
4. Eclipse Integrated Development Environment for Java Developers (Eclipse IDE for Java Developers): Πολυ-γλωσσικό περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού που αποτελείται από ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) και ένα επεκτάσιμο plug-in σύστημα το οποίο συνθέτει όλα τα μέρη του SDK και τα παρουσιάζει σε ένα φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον. Η εγκατάσταση αυτού του λογισμικού είναι προαιρετική, παρ'όλ' αυτά συνιστάται από την Google.
5. Android Eclipse Plugin (ADT Plugin): Λογισμικό το οποίο παρέχει επιπλέον λειτουργικότητα στο Eclipse ώστε η ανάπτυξη κάθε εφαρμογής να πραγματοποιείται ακόμη πιο εύκολα.

Στο Παράρτημα V παραθέεται παράδειγμα εγκατάστασης των παραπάνω προγραμμάτων.

9.1.2 ΕΓΓΡΑΦΗ (REGISTRATION) ΣΕ ΠΑΡΟΧΟ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ VOIP

Πέραν της εγκατάστασης των παραπάνω προγραμμάτων, απαραίτητη είναι η εγγραφή σε πάροχο ο οποίος προσφέρει τη δυνατότητα πραγματοποίησης VoIP-κλήσεων (VoIP calls) μέσω του πρωτοκόλλου SIP. Μία αξιόπιστη εταιρεία η οποία

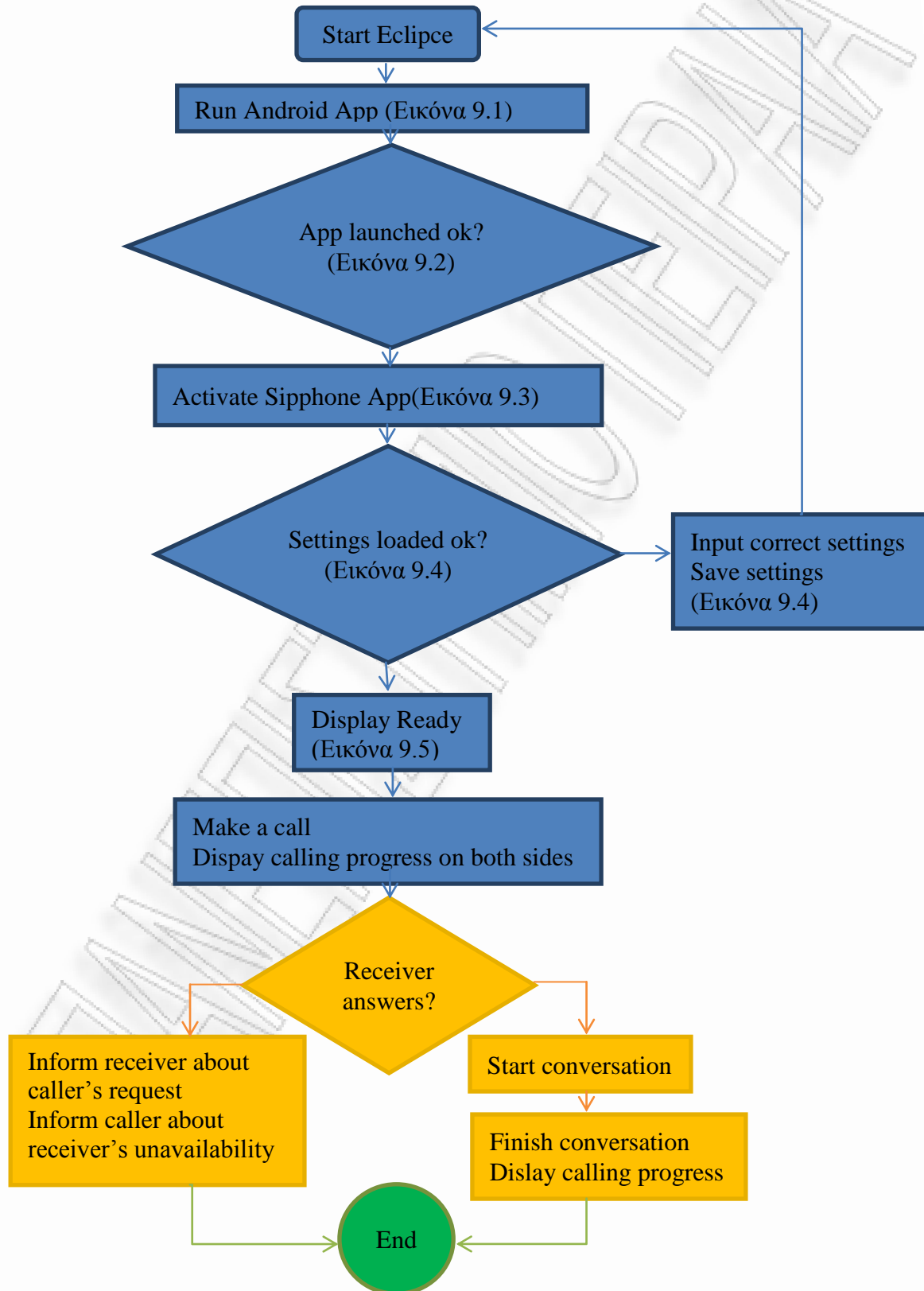
παρέχει τέτοιες υπηρεσίες είναι το Viva.gr. Μέσω αυτής, μπορεί ο χρήστης να αποκτήσει δωρεάν τηλεφωνικό αριθμό (για έναν μήνα) καθώς και μία σειρά από υπηρεσίες όπως VoIP, Fax2Mail, Followme, Voicemail, IVR (Μενού επιλογών), Queue, Voice Memo, Call Recording κ.α.

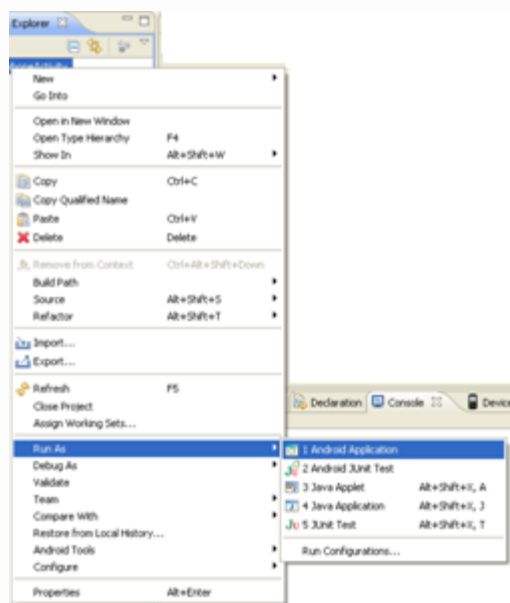
Τα βήματα που απαιτούνται για την πρόσβαση στην υπηρεσία VoIP της Viva.gr είναι:

1. Δημιουργία νέας ηλεκτρονικής διεύθυνσης (email), και
2. Εγγραφή στο Viva.gr, με σκοπό την δυνατότητα πραγματοποίησης κλήσεων μέσω διαδικτύου (internet-based calls)

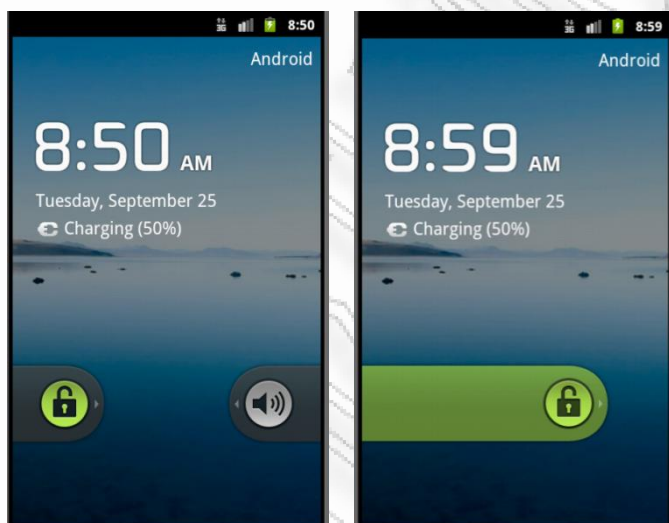
9.2 ΕΝΑΡΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Σε αυτή την ενότητα παραθέτονται τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν για την ενεργοποίηση της εφαρμογής. Οι εικόνες 9.1-9.5 παρουσιάζουν τα βήματα αυτά.

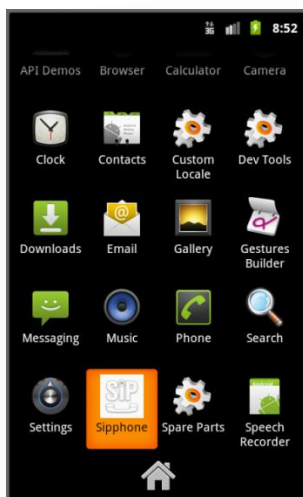




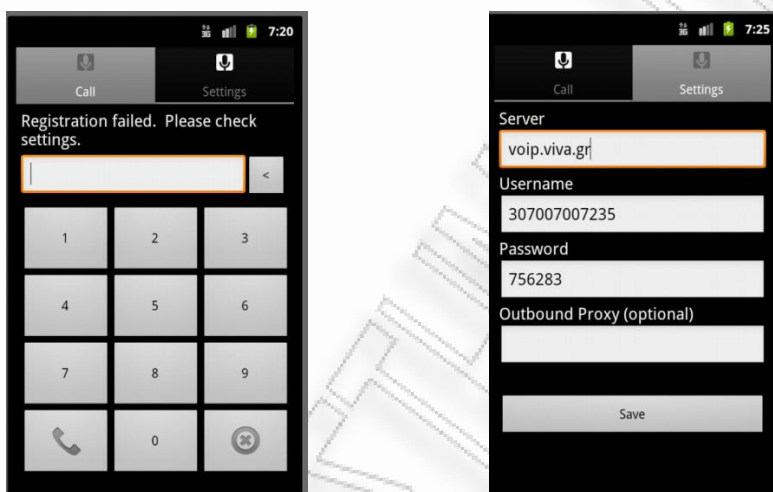
Εικόνα 9.1: Run Android App



Εικόνα 9.2: App launched



Εικόνα 9.3: Ενεργοποίηση Siphone App



Εικόνα 9.4: Ρυθμίσεις εφαρμογής



Εικόνα 9.5: Επιτυχής εγγραφή στο SIP Server

9.3 ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ (TESTS)

Θεωρώντας ότι από τα δύο μέλη (User1 και User2) ένα τουλάχιστον έχει εγκατεστημένη την εφαρμογή Android στην τερματική του συσκευή, διεξήχθησαν δύο κατηγορίες πειραμάτων: αυτά κατά τα οποία το μέλος που έχει την εφαρμογή iPhone επιθυμεί να επικοινωνήσει με ένα άλλο και αυτά κατά τα οποία το ίδιο δέχεται κλήση από το δεύτερο.

Τα σενάρια πιθανών συνόδων που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζονται στους πίνακες 9.1 και 9.2.

1. Κατηγορία A: Ο U2 (Android) καλεί τον U1 και

Σενάριο	Γεγονότα	Αποφάσεις
1.	ο U1 δεν αποκρίνεται	Η κλήση ακυρώνεται με πρωτοβουλία του U2.
2.	ο U2 ακυρώνει το αίτημα πριν απαντήσει ο U1	Η κλήση ακυρώνεται με πρωτοβουλία του U2. Ο U2 είναι έτοιμος να καλέσει εκ νέου. Ο U1 ενημερώνεται για το αίτημα του U2.
3.	ο U1 απορρίπτει το αίτημα	Ο U2 ακυρώνει με τη σειρά του το αίτημα. Ο U2 είναι έτοιμος να καλέσει εκ νέου. Ο U1 ενημερώνεται για το αίτημα του U2.
4.	ο U1 αποδέχεται	Έναρξη συνόδο. Οι U1,U2 συνομιλούν.
5.	οι δύο συνομιλούν. Ο U2 τερματίζει τη σύνοδο	Ο U2 είναι έτοιμος να καλέσει εκ νέου.
6.	οι δύο συνομιλούν. Ο U1 τερματίζει τη σύνοδο	Ο U2 ακυρώνει με τη σειρά του το αίτημα. Ο U2 είναι έτοιμος να καλέσει εκ νέου.

Πίνακας 9.1: Ο U2 (Android) καλεί τον U1

2. Κατηγορία Β: Ο U1 καλεί τον U2 (Android) και

Σενάριο	Γεγονότα	Αποφάσεις
1.	ο U2 δεν αποκρίνεται	Η κλήση ακυρώνεται με πρωτοβουλία του U1.
2.	ο U1 ακυρώνει το αίτημα πριν απαντήσει ο U2	Ο U2 ενημερώνεται για το αίτημα του U1. Ο U2 είναι έτοιμος να δεχτεί νέα κλήση.
3.	ο U2 απορρίπτει το αίτημα	Ο U1 μπορεί να αφήσει ηχητικό μήνυμα στον τηλεφωνητή του U2. Ο U2 ενημερώνεται για το αίτημα του U1. Ο U2 είναι έτοιμος να δεχτεί νέα κλήση.
4.	ο U2 αποδέχεται	Έναρξη συνόδο. Οι U1,U2 συνομιλούν.
5.	οι δύο συνομιλούν. Ο U1 τερματίζει τη σύνοδο	Ο U2 τερματίζει με τη σειρά του τη σύνοδο. Ο U2 είναι έτοιμος να δεχτεί κλήση.
6.	οι δύο συνομιλούν. Ο U2 τερματίζει τη σύνοδο	Ο U2 είναι έτοιμος να δεχτεί νέα κλήση.

Πίνακας 9.2: Ο U1 καλεί τον U2 (Android)

9.4 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Η εφαρμογή Sipphone είναι ένα πρωτότυπο για την πραγματοποίηση VoIP κλήσεων στην πλατφόρμα Android. Αποδεικνύει ότι η μετάδοση φωνής πάνω από ενσύρματα (PSTN), κυψελωτά δίκτυα (EDGE, 3G, CDMA) και δίκτυα περιορισμένης εμβέλειας (WiFi) είναι τεχνικά εφικτή και οικονομικά αποδεκτή.

Υπάρχει όμως και μία σειρά από προτάσεις και βελτιώσεις, οι οποίες αποτελούν νέες προκλήσεις για τον προγραμματιστή του μέλλοντος, και οι οποίες αναφέρονται επιγραμματικά παρακάτω:

- Η βελτίωση της ποιότητας συνομιλίας. Επιδιώκεται όλο και πιο σημαντικός περιορισμός των καθυστερήσεων και των διαλείψεων, σε συνάρτηση πάντα με την ποιότητα του εξοπλισμού μετάδοσης της πληροφορίας.
- Μια ευδιάκριτη αναπροσαρμογή του τρόπου επικοινωνίας των μελλοντικών χρηστών του δικτύου αφορά στην μετάδοση οπτικής πληροφορίας. Σαφώς ο όγκος δεδομένων είναι αρκετά μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο της μεταφοράς ήχου, ενώ οι διαφορές στην ποιότητα είναι ακόμη πιο ευδιάκριτες από τους απλούς χρήστες. Επομένως η εργασία του προγραμματιστή πρέπει

να επικεντρώνεται στην διαχείριση πόρων ώστε να υφίσταται μείωση ακόμη μεγαλύτερων καθυστερήσεων και διαλείψεων από ότι παραπάνω.

- Ένας άλλος τομέας βελτίωσης, ίσως από τους σημαντικότερους, είναι ο τομέας της ασφάλειας μεταφοράς δεδομένων. Η ασφάλεια των VoIP κλήσεων καθώς και η κρυπτογράφηση των εκάστοτε συνεδριών είναι μία βασική προϋπόθεση για την έμπιστη και εύρυθμη λειτουργία της εφαρμογής μέσα στην πλατφόρμα και επομένως είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την επιτυχία της.
- Μερικές ακόμη απαιτήσεις που παραμένουν αναλλοίωτες στον χώρο της μετάδοσης δεδομένων και πληροφορίας είναι η δυνατότητα αποστολής Fax, η δυνατότητα πραγματοποίησης emergency calls καθώς και η συμβατότητα με παραδοσιακές περιφερειακές συσκευές αναλογικής τηλεφωνίας.
- Τέλος, επιδιώκονται όλα τα παραπάνω, η έννοια του green-engineering -της κατανάλωσης ουσιαστικά τόσων πόρων όσων πραγματικά απαιτούνται σε δεδομένη χρονική στιγμή και για δεδομένη χρονική διάρκεια- αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΣΥΣΤΑΣΗ H.323

1. Audio CODECs

Ένας κωδικοποιητής-αποκωδικοποιητής (CODEC) ήχου παίρνει τον ήχο από το μικρόφωνο και τον κωδικοποιεί έτσι ώστε να είναι κατάλληλο για αποστολή. Στην πλευρά του δεκτή επιτελεί την αντίστροφη λειτουργία. Επειδή η επικοινωνία με ήχο είναι η ελάχιστη επιτρεπτή λειτουργία που παρέχει το H.323, όλα τα H.323 τερματικά πρέπει να έχουν τουλάχιστον ένα κωδικοποιητή-αποκωδικοποιητή (CODEC) όπως περιγράφεται στην σύσταση G.711 της ITU (κωδικοποίηση στα 64Kbps). Υπάρχουν και άλλες συστάσεις όπως G.722 (64, 56 και 48 Kbps), G.723.1 (5.3 και 6.3 Kbps), G.728 (16 Kbps) και G.729 (8 Kbps).

2. Video CODECs

Χαρακτηριστικό της επικοινωνίας με video είναι ότι απαιτεί μεγάλο εύρος ζώνης bandwidth ενώ τα πακέτα εμφανίζονται κατά μεγάλες ομάδες (burst). Γι' αυτό είναι απαραίτητες αποδοτικές τεχνικές συμπίεσης και αποσυμπίεσης για να έχουμε ικανοποιητική απόδοση. Το H.323 καθορίζει δυο CODECs, H.261 και H.263. Οι χρήστες όμως δεν περιορίζονται μόνο σε αυτές τις επιλογές. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα CODECs αρκεί να συμφωνήσουν σε αυτό όλα τα τερματικά που παίρνουν μέρος.

Το H.261 παράγει video για κανάλια με εύρος ζώνης (bandwidth) $k \cdot 64 \text{Kb/s}$ όπου το k είναι από 1 ως 30. Χρησιμοποιείται ο μετασχηματισμός διακριτού συνημίτονου (discrete cosine transform DCT) για κβαντοποίηση και συμπίεση. Υποστηρίζονται δυο video format. Το common intermediate format (CIF), με ανάλυση 352X288, και το quarter common intermediate (QIF), με ανάλυση 176X144, εκ των οποίων το CIF είναι προαιρετικό.

Το H.263 χρησιμοποιείται για μετάδοση χαμηλού ρυθμού αλλά χωρίς απώλεια ποιότητας. Η κβαντοποίηση και η συμπίεση γίνεται με το DCT αλλά για πετύχουμε το χαμηλότερο ρυθμό βασίζομαστε σε τεχνικές εκτίμησης και πρόβλεψης κίνησης (motion estimation and prediction). Το αποτέλεσμα είναι να έχουμε καλύτερη ποιότητα εικόνας με πιο χαμηλό ρυθμό. Τα video formats που υποστηρίζονται είναι sub-QCIF (128X96), QCIF (276X144), DIC (352X244), 4CIF (702X576) και 16CIF (1408X576). Τα τρία πρώτα είναι απαραίτητα ενώ τα άλλα δυο προαιρετικά. Μέσω του QCIF διατηρείται η συμβατότητα μεταξύ H.261 και H.263.

1. H.225 RAS

Χρησιμοποιείται μεταξύ των τερματικών σημείων (endpoints) του H.323 (τερματικά και πύλες) και των ελεγκτών πυλών για τις παρακάτω ενέργειες:

- Εύρεση ελεγκτή πύλης (gatekeeper discovery GRD)
Η διαδικασία εύρεσης ενός ελεγκτή εφαρμόζεται με σκοπό να βρεθεί ο κατάλληλος ελεγκτής στο οποίο θα καταγράψει το τερματικό. Η εύρεση μπορεί να γίνει είτε στατιστικά είτε δυναμικά. Στην πρώτη περίπτωση το τερματικό ξέρει από πριν τη διεύθυνση (transport address) του ελεγκτή. Στη δεύτερη το τερματικό σημείο στέλνει (multicast) ένα GRD μήνυμα και περιμένει απάντηση από έναν ή και περισσότερους ελεγκτές με μήνυμα GCF.
- Καταγραφή τερματικού σημείου
Με την καταγραφή το τερματικό σημείο γίνεται μέλος μιας ζώνης και ενημερώνει τον ελεγκτή για τη διεύθυνση της ζώνης (alias και transport).
- Εντοπισμός τερματικού σημείου
Η διαδικασία αυτή καθορίζει τη διεύθυνση (transport) ενός τερματικού σημείου και της δίνεται ένα ψευδώνυμο (alias) ή ένα τηλεφωνικό νούμερο (διεύθυνση E.164).
- Άλλοι έλεγχοι
Μηχανισμοί που ελέγχουν την πρόσβαση ενός τερματικού σημείου σε μια ζώνη, το εύρος ζώνης (bandwidth), απεμπλοκή κ.α.

2. H.225 σηματοδότηση κλήσεων

Χρησιμοποιείται για την αποκατάσταση σύνδεσης μεταξύ τερματικών σημείων μέσω της οποίας μεταφέρονται δεδομένα για εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Περικλείει την ανταλλαγή μηνυμάτων πάνω από ένα αξιόπιστο κανάλι. Για παράδειγμα μπορούν να μεταφέρονται μέσω του TCP σε ένα δίκτυο H.323 βασισμένου στο IP. Η μεταφορά των μηνυμάτων μπορεί να γίνει είτε απ' ευθείας (direct call signaling) μεταξύ των τερματικών σημείων είτε μέσω κάποιου ελεγκτή πύλης (gatekeeper routed call signaling). Το ποια μέθοδος θα χρησιμοποιηθεί αποφασίζεται από τον ελεγκτή κατά τη διάρκεια της ανταλλαγής μηνυμάτων του RAS για τον έλεγχο πρόσβασης.

3. H.245 σηματοδότηση έλεγχου

Το H.323 επιτρέπει τη χρήση πολλών ρυθμίσεων από τα τερματικά. Η ευελιξία αυτή επιβάλλει την ύπαρξη ενός τρόπου προ-συνεννόησης των τερματικών σε κοινές ρυθμίσεις πριν από την εκκίνηση της συνομιλίας. Οι υπηρεσίες αυτές προσφέρονται από το H.245 η ύπαρξη του οποίου είναι υποχρεωτική σε όλα τα τερματικά σημεία.

- Ανταλλαγή δυνατοτήτων
Γενικά τα τερματικά πέρα από τις ελάχιστες απαιτήσεις του H.323 προσφέρουν κάποιες επιπλέον δυνατότητες. Για να συμφωνηθεί το πλαίσιο της επικοινωνίας των τερματικών στέλνει το ένα στο άλλο όλες του τις ικανότητες (CODECs, bit rates, media types κ.α.).
- Άνοιγμα και κλείσιμο λογικών καναλιών
Στο H.323 λογικά κανάλια ονομάζονται οι συνδέσεις μιας κατευθύνσεις από άκρο σε άκρο (unidirectional end-to-end links). Χρησιμοποιείται διαφορετικό κανάλι για video, ήχο και δεδομένα. Ο στόχος του H.245 είναι να δημιουργεί και να κλείνει τέτοια κανάλια. Ο έλεγχος γίνεται μέσω μηνυμάτων που στέλνονται μέσω του καναλιού 0 που είναι πάντα ενεργό.
- Μηνύματα έλεγχου ροής
Αυτά τα μήνυμα παρέχουν ενημέρωση στα τερματικά σημεία για τα προβλήματα επικοινωνίας που παρουσιάζονται.
- Άλλα μηνύματα και εντολές
Αρκετά άλλα μηνύματα ανταλλάσσονται κατά τη διάρκεια μιας κλήσης όπως π.χ. την ενημέρωση των τερματικών σημείων για αλλαγή κωδικοποιητή-αποκωδικοποιητή (codec).

4. T.120 Διάσκεψη πολυμέσων (multimedia conferencing)

Η δυνατότητα για διάσκεψη πραγματικού χρόνου είναι απαραίτητη για εφαρμογές αποστολής fax, instant messaging, μεταφορά αρχείων κ.α. Η σύσταση T.120 παρέχει αυτή την επιπλέον δυνατότητα στο H.323. Το T.120 είναι ένα πρωτόκολλο για επικοινωνία δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σχεδιασμένο ειδικά για τις ανάγκες μιας διάσκεψης. Όπως το H.323, το T.120 είναι μια ομπρέλα που περικλείει ένα σύνολο προτύπων που καθιστούν δυνατό τον καταμερισμό δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μεταξύ πολλών τερματικών σε διαφορετικά δίκτυα. Παρέχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη συνηθισμένη μετάδοση δεδομένων.

- Το T.120 επιτρέπει τη διανομή δεδομένων σε πολλαπλά σημεία (multipoint). Αυτό επιτρέπει την ενασχόληση μιας ομάδας με το ίδιο αντικείμενο. Τη διακίνηση των δεδομένων τη χειρίζεται το MCU με τρόπο παρόμοιο με αυτό που χρησιμοποιεί για το video και τον ήχο.
- Λειτουργεί πάνω από το επίπεδο μεταφοράς. Αυτό το καθιστά διαφανές και ανεξάρτητο από τον τύπο του δικτύου και το λογισμικό που το στηρίζει.
- Υποστηρίζει μετάδοση σε έναν ή πολλούς αποδέκτες.
- Τέλος παρέχεται επιπλέον έλεγχος λαθών πέρα από αυτόν που παρέχει το δίκτυο εξασφαλίζοντας αξιόπιστη παράδοση.

5. Συμπληρωματικές υπηρεσίες

Η σύσταση H.323 συνδέει τα παραδοσιακά τηλεφωνικά δίκτυα με τα δίκτυα που βασίζονται σε πακέτα. Υπάρχουν πολλές δυνατότητες για νέες υπηρεσίες και εφαρμογές που θα χρησιμοποιούν τα επιπλέον χαρακτηριστικά των δικτύων. Οι νέες υπηρεσίες ποικίλουν από πρόσθετες υπηρεσίες που αφορούν καθαρά τις τηλεφωνικές κλήσεις (προώθηση κλήσης, εκτροπή κ.α.) ως το voice mail. Το H.323 μέσω της σειράς συστάσεων H.450.x παρέχει μια επιπλέον ευέλικτη αρχιτεκτονική για βοηθητικές υπηρεσίες.

6. H.235 ασφάλεια

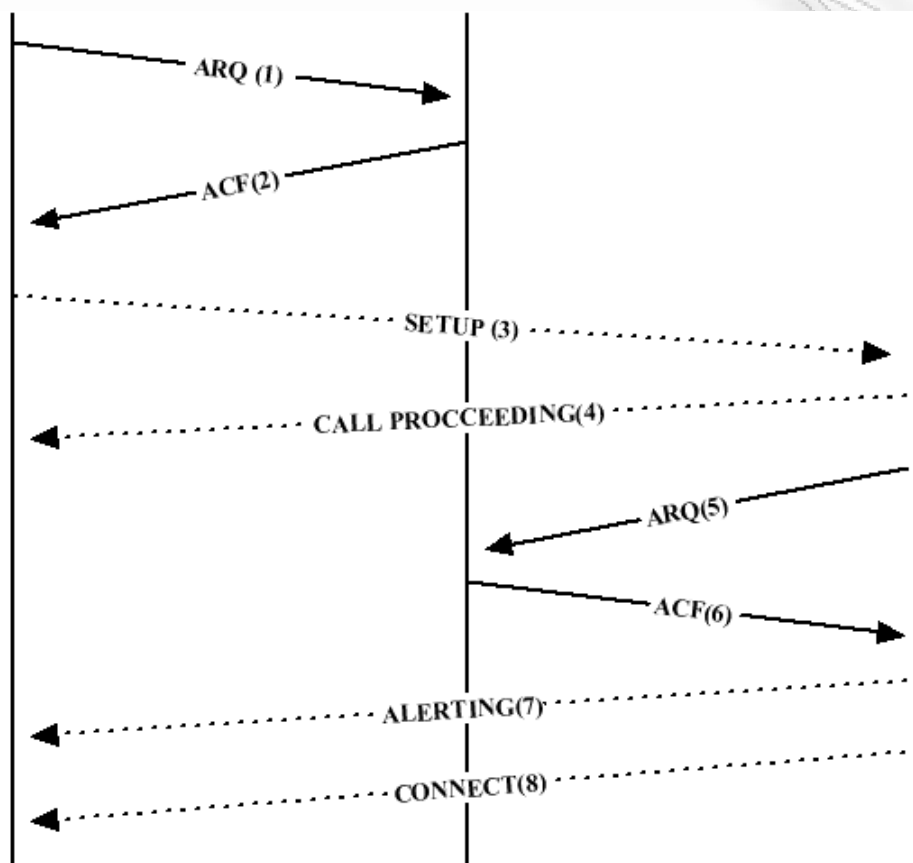
Το H.235 ασχολείται με τέσσερα θέματα που έχουν σχέση με την ασφάλεια. Πιστοποίηση (authentication), ακεραιότητα (integrity), μυστικότητα (privacy), μη-αποκήρυξη (non-repudiation). Η πιστοποίηση είναι ένας μηχανισμός που διασφαλίζει ότι οι χρήστες των τερματικών σημείων που παίρνουν μέρος σε μια συνομιλία είναι αυτοί που λένε ότι είναι. Παρέχεται μέσω του έλεγχου πρόσβασης των τερματικών σημείων. Υπεύθυνος για τον έλεγχο είναι ο ελεγκτής πύλης που ελέγχει τη ζώνη. Η ακεραιότητα παρέχει τα μέσα που επιβεβαιώνουν ότι τα δεδομένα σε κάθε πακέτο δεν έχουν αλλοιωθεί. Η μυστικότητα και η εμπιστευτικότητα παρέχονται μέσω κωδικοποίησης που κρύβει τα δεδομένα έτσι ώστε αν κάποιος πακέτο γίνει αντιληπτό να μην είναι δυνατή η ανάγνωσή του. Η μη-αποκήρυξη είναι ένας τρόπος προστασίας έναντι κάποιου που θα ισχυρισθεί ότι δεν πήρε μέρος σε μια συνομιλία ενώ ξέρουμε ότι ήταν εκεί.

Στην υλοποίηση αυτών των υπηρεσιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν και υπάρχοντα πρότυπα όπως το ασφάλεια IP (IP security, IPsec) και το φυσικό επίπεδο ασφάλειας (transport layer security, TLS)

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Στο παράδειγμα έχουμε δυο τερματικά (οι ακριανές γραμμές) που συνδέονται μέσω ελεγκτή πύλης (μεσαία γραμμή).

1. Αποκατάσταση κλήσης

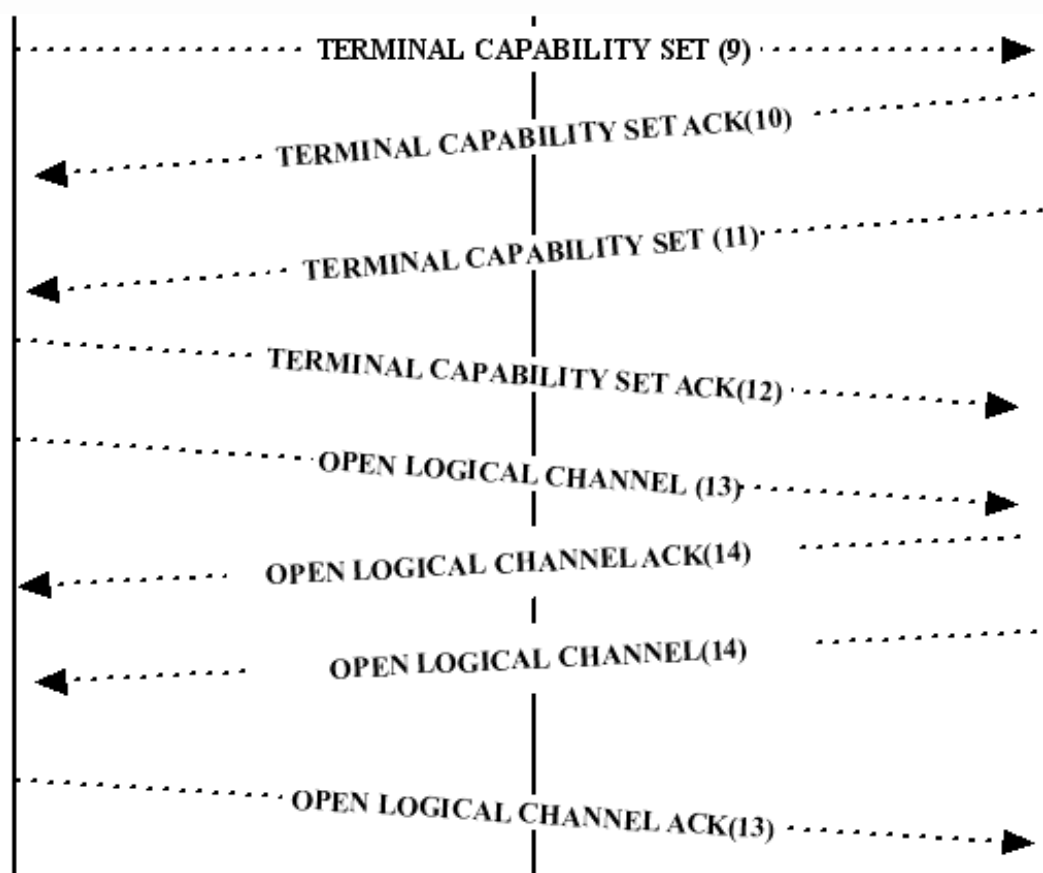


..... h.225 Signaling message

———— RAS message ————

Αποκατάσταση κλήσης στο H.323

2. Σηματοδοσία ελέγχου κλήσης

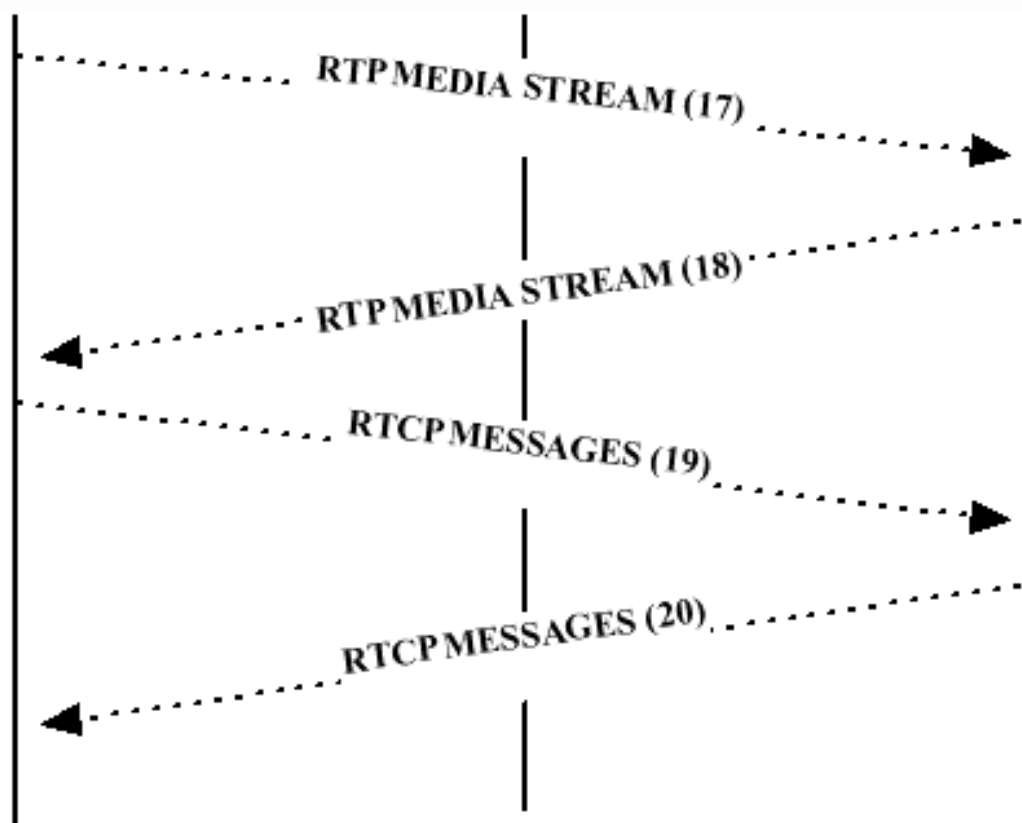


..... [h.245 message](#)

Σηματοδοσία έλεγχου κλήσης

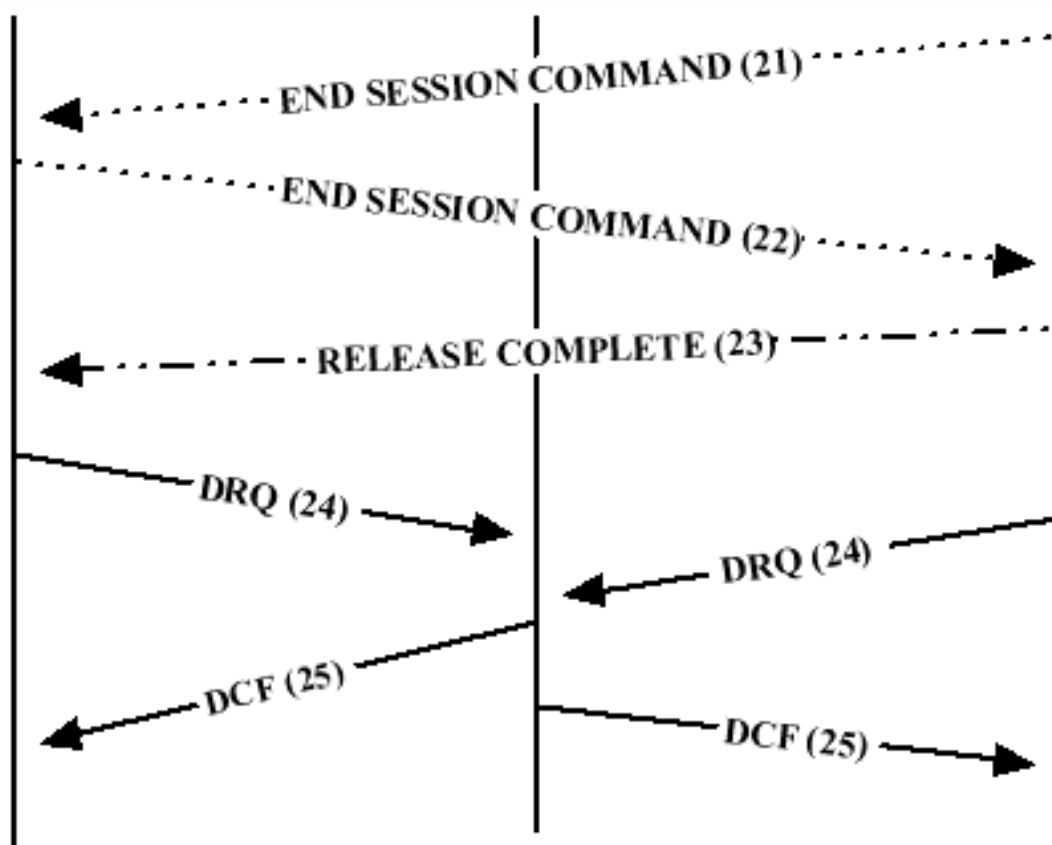
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΑΣ

3. Ροή πληροφορίας



..... RTP MEDIA STREAM
..... RTCP MESSAGES
Ροή πληροφορίας

4. Τέλος κλήσης



..... H.245 message

———— RAS message ————

- - - - H.225 signaling message - - - -

Τέλος κλήσης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΕΣ SIP ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ

ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Accept	καθορίζει τους αποδεκτούς τύπους μέσων (media types) στο σώμα του μηνύματος (π.χ. κείμενο, ήχος κτλ.).
Accept-Encoding	καθορίζει τις αποδεκτές κωδικοποιήσεις των μέσων.
Accept-Language	καθορίζει τις προτιμώμενες γλώσσες.
Alert-Info	καθορίζει έναν εναλλακτικό ήχο για τις εισερχόμενες κλήσεις του χρήστη.
Allow	δηλώνει το σύνολο μεθόδων που υποστηρίζει ο UA.
Authentication-Info	Δίνει τη δυνατότητα αμοιβαίας πιστοποίησης με χρήση του HTTP Digest (http://www.ietf.org/rfc/rfc2617.txt).
Authorization	περιέχει πληροφορίες για την ταυτοποίηση του UA.
Call-id	παράμετρος που καθορίζει μονοσήμαντα μια αίτηση για έναρξη συνεδρίας από ένα UA.
Call-Info	περιέχει επιπρόσθετες πληροφορίες για τον αποστολέα του μηνύματος.
Contact	περιέχει ένα URI, του οποίου το νόημα εξαρτάται από τον τύπο του μηνύματος.
Content-Disposition	περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να ερμηνευτεί το σώμα του μηνύματος.
Content-Encoding	αναφέρει τους μηχανισμούς αποκωδικοποίησης/συμπίεσης που έχουν εφαρμοστεί στο σώμα του μηνύματος.
Content-Language	αναφέρει τη γλώσσα στην οποία είναι γραμμένο το σώμα του μηνύματος.
Content-Length	αναφέρει το μέγεθος του σώματος του μηνύματος. Η τιμή 0 δηλώνει πως δεν υπάρχει σώμα στο μήνυμα.
Content-Type	καθορίζει τον τύπο του μέσου στο

	σώμα του μηνύματος.
CSeq	περιέχει ένα δεκαδικό αριθμό, που αυξάνεται για κάθε αίτηση και τη μέθοδο της αίτησης που χρησιμοποιείται στο μήνυμα.
Date	η ημερομηνία και ώρα.
Error-Info	περιέχει δείκτη σε επιπρόσθετες πληροφορίες για το σφάλμα που συνέβη.
Expires	το χρονικό διάστημα (σε δευτερόλεπτα) μετά το οποίο το μήνυμα δεν έχει πια ισχύ.
From	πληροφορίες για την οντότητα που ξεκίνησε την αρχική αίτηση, στην οποία αναφέρεται το μήνυμα.
In-Reply-To	περιέχει το call-ID, στο οποίο αναφέρεται το συγκεκριμένο μήνυμα ή το οποίο επιστρέφει το μήνυμα (υπάρχει μόνο στα SIP Requests).
Max-Forwards	καθορίζει το μέγιστο αριθμό των κόμβων που μπορούν να προωθήσουν το συγκεκριμένο Request.
Min-Expires	καθορίζει τον ελάχιστο χρόνο, για τον οποίο στοιχεία της information base ενός SIP Server δεν μπορούν να αλλαχτούν.
MIME-Version	Μηνύματα που έχουν δημιουργηθεί με βάση το Multipurpose Internet Mail Extensions πρωτόκολλο (MIME - http://www.mhonarc.org/~ehood/MIME) περιέχουν αυτό το header field που καθορίζει την έκδοσή του.
Organization	περιέχει το όνομα του οργανισμού στον οποίο ανήκει η SIP οντότητα που εξέδωσε το μήνυμα.
Priority	περιέχει την προτεραιότητα που πρέπει να δοθεί στο συγκεκριμένο μήνυμα σε περιπτώσεις συμφόρησης. Ορίζονται τέσσερις κλάσεις προτεραιότητας: όχι επείγον (non-urgent), κανονικό (normal), άμεσης προτεραιότητας (urgent) και επείγον (emergency).
Proxy-Authenticate	περιέχει δεδομένα απαραίτητα για την ταυτοποίηση του UA που έστειλε το μήνυμα από τον Πληρεξούσιο Εξυπηρετητή (Proxy Server - ένα είδος

	SIP server), που πρόκειται να το επεξεργαστεί.
Proxy-Authorization	το περιεχόμενο του είναι στις περισσότερες περιπτώσεις ίδιο με του Proxy-Authenticate header field.
Proxy-Require	περιέχει τις προδιαγραφές που πρέπει να πληρεί ο Proxy Server για να επεξεργαστεί το μήνυμα.
Record-Route	προστίθεται από κάποιον Proxy Server για να δηλώσει ότι όλα τα μηνύματα που αφορούν σε έναν συγκεκριμένο διάλογο πρέπει να δρομολογηθούν μέσω αυτού.
Reply-To	περιέχει ένα URI, όχι κατά ανάγκη ίδιο με αυτό του From header field. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποστέλλονται λίστες με χαμένες ή ανεπιτυχείς κλήσεις.
Require	χρησιμοποιείται από τους UAC για να ενημερώσουν τους UAS για τις επιλογές που πρέπει να υποστηρίζουν, ώστε να επεξεργαστούν επιτυχώς το μήνυμα.
Retry-After	πρόκειται για ένα ακέραιο που ισούται με το χρόνο (σε δευτερόλεπτα) που πρέπει ο καλών να περιμένει πριν ξανακαλέσει σε περίπτωση που λάβει κάποιο συγκεκριμένο μήνυμα αποτυχίας.
Route	περιέχει μια λίστα από Proxy Servers, μέσα από τους οποίους πρέπει να δρομολογηθεί το συγκεκριμένο μήνυμα.
Server	περιέχει πληροφορίες σχετικά με το software που χρησιμοποιεί ο UAS για να επεξεργαστεί το request.
Subject	το θέμα του μηνύματος.
Supported	όλες τις επεκτάσεις που υποστηρίζει ο UA.
Timestamp	καθορίζει την ακριβή ώρα που στάλθηκε το Request μήνυμα.
To	περιέχει το URI και ίσως και άλλες πληροφορίες για τον τελικό παραλήπτη του μηνύματος.
Unsupported	περιέχει λίστα με χαρακτηριστικά που δεν υποστηρίζονται από τον UAS.

User-Agent	περιέχει πληροφορίες για τον UA που δημιούργησε το request.
Via	περιέχει τη διαδρομή που ακολούθησε το μήνυμα μέχρι τώρα (ως ακολουθία IP διευθύνσεων), αν πρόκειται για Request μήνυμα, ή καθορίζει τη διαδρομή που θα πρέπει να ακολουθηθεί, αν πρόκειται για μήνυμα απάντησης.
Warning	περιέχει επιπρόσθετες πληροφορίες για την κατάσταση της απάντησης.
WWW-Authenticate	χρησιμοποιείται για την πιστοποίηση του UAC από τον UAS.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΓΝΩΣΤΩΝ ΑΠΟΚΡΙΣΕΩΝ SIP.

1xx = πληροφοριακές αποκρίσεις

- 100 Γίνεται προσπάθεια
- 180 Το τηλέφωνο κτυπά
- 181 Η κλήση προωθείται
- 182 Η κλήση βρίσκεται σε αναμονή
- 183 Πρόοδος συνόδου

2xx = αποκρίσεις επιτυχίας

- 200 OK
- 202 έγινε αποδοχή: Χρησιμοποιείται για παραπομπές

3xx = αποκρίσεις επανακατεύθυνσης

- 300 Πολλαπλές Επιλογές
- 301 Μετακινήθηκε μόνιμα
- 302 Μετακινήθηκε προσωρινά
- 305 Χρησιμοποιήστε διακομιστή μεσολάβησης
- 380 Εναλλακτική υπηρεσία

4xx = αποτυχίες αίτησης

- 400 Κακή αίτηση
- 401 Ανεξουσιοδότητη: Χρησιμοποιείται μόνο από καταχωρητές. Οι διακομιστές μεσολάβησης θα πρέπει να χρησιμοποιούν εξουσιοδότηση εκπροσώπου 407
- 402 Απαιτείται πληρωμή (Δεσμεύεται για μελλοντική χρήση)
- 403 Απαγορεύεται
- 404 Δεν βρέθηκε: Ο χρήστης δεν βρέθηκε
- 405 Η μέθοδος δεν επιτρέπεται
- 406 Μη αποδεκτή
- 407 Απαιτείται επαλήθευση εκπροσώπου
- 408 Πέρασ χρονικού ορίου αίτησης: Ο χρήστης δεν βρέθηκε έγκαιρα
- 410 Αποχώρησε: Ο χρήστης κάποτε υπήρχε αλλά δεν είναι πλέον διαθέσιμος εδώ
- 413 Υπερβολικά μεγάλη οντότητα αίτησης
- 414 Υπερβολικά μεγάλη αίτηση-URI
- 415 Μη υποστηριζόμενος τύπος μέσων
- 416 Μη υποστηριζόμενο σχήμα URI
- 420 Κακή επέκταση: Κακή επέκταση χρησιμοποιούμενου πρωτοκόλλου SIP, δεν αναγνωρίζεται από το διακομιστή
- 421 Απαιτείται επέκταση

- 423 Υπερβολικά σύντομο διάστημα
- 480 Προσωρινά μη διαθέσιμη
- 481 Η κλήση / συναλλαγή δεν υπάρχει
- 482 Ανιχνεύτηκε βρόχος
- 483 Υπερβολικά πολλές μεταπηδήσεις
- 484 Ατελής διεύθυνση
- 485 Αναμφίσημη
- 486 Απασχολημένη εδώ
- 487 Η αίτηση τερματίστηκε
- 488 Μη αποδεκτή εδώ
- 491 Η αίτηση εκκρεμεί
- 493 Μη αποκρυπτογραφήσιμη: Δεν ήταν δυνατή η αποκρυπτογράφηση τμήματος του σώματος του S/MIME

5xx = σφάλματα διακομιστή

- 500 Εσωτερικό σφάλμα διακομιστή
- 501 Δεν εφαρμόστηκε: Η μέθοδος αίτησης SIP δεν εφαρμόστηκε εδώ
- 502 Κακή πύλη
- 503 Μη διαθέσιμη υπηρεσία
- 504 Πέρασ χρόνικου ορίου διακομιστή
- 505 Μη υποστηριζόμενη έκδοση: Ο διακομιστής δεν υποστηρίζει αυτή την έκδοση του πρωτοκόλλου SIP
- 513 Υπερβολικά μεγάλο μήνυμα

6xx = καθολικές αποτυχίες

- 600 Απασχολημένη παντού
- 603 Απόρριψη
- 604 Δεν υπάρχει πουθενά
- 606 Μη αποδεκτή

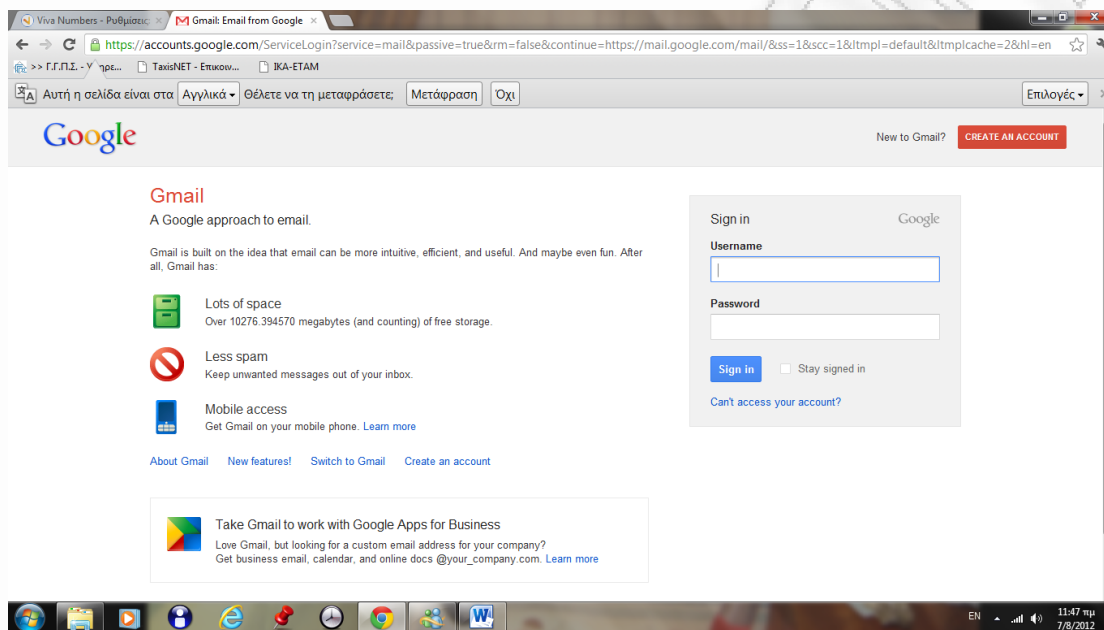
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

ΑΠΟΚΤΗΣΗ VoIP ΑΡΙΘΜΟΥ

Σε αυτό το Παράρτημα παραθέεται βήμα-προς-βήμα η δημιουργία νέας ηλεκτρονικής διεύθυνσης και η εγγραφή στη Viva.gr με σκοπό την πρόσβαση στην υπηρεσία VoIP που προσφέρει.

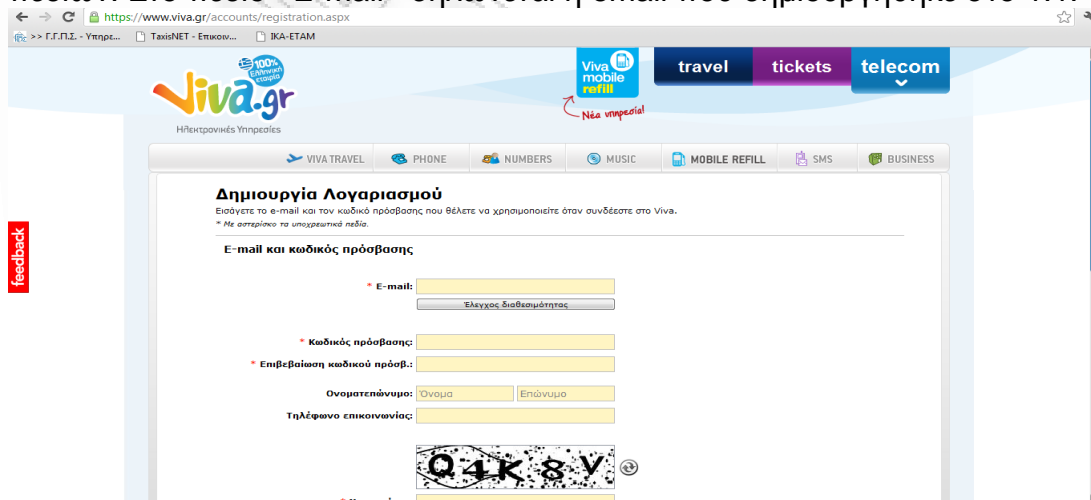
1. Δημιουργία νέας ηλεκτρονικής διεύθυνσης (email)

1.1 Δημιουργία νέας ηλεκτρονικής διεύθυνσης στο www.gmail.com.

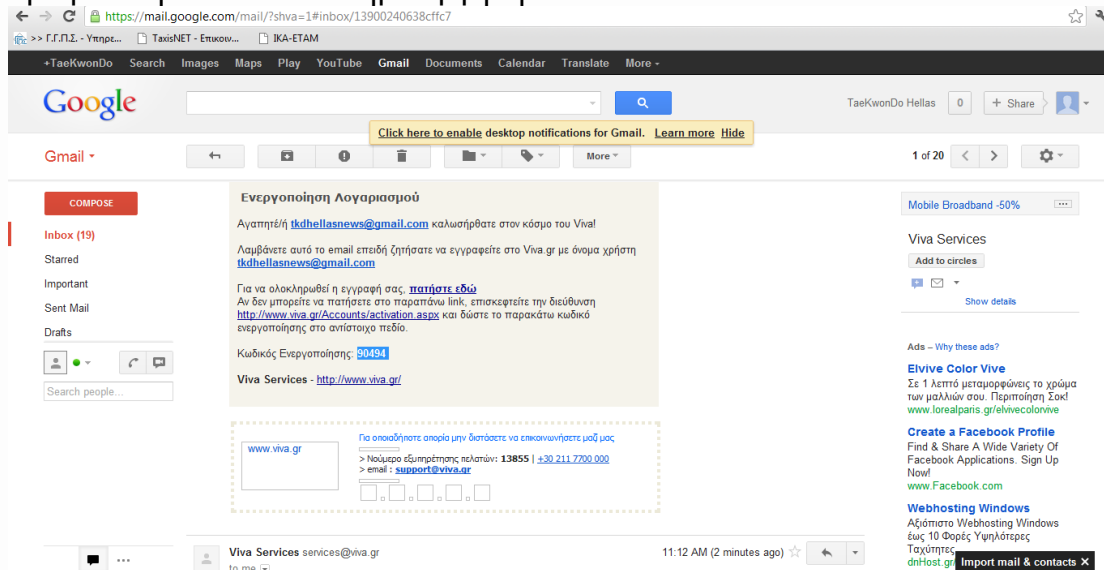


2. Εγγραφή στο Viva.gr, με σκοπό την δυνατότητα πραγματοποίησης κλήσεων μέσω διαδικτύου (internet-based calls)

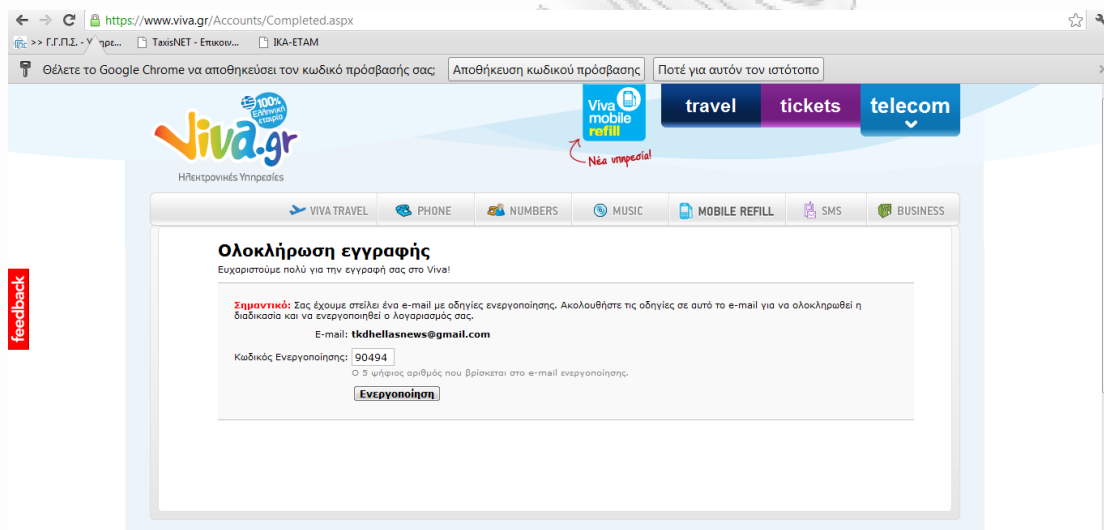
2.1 <https://www.viva.gr/accounts/registration.aspx> και συμπλήρωση των κενών πεδίων. Στο πεδίο «E-mail» δηλώνεται η email που δημιουργήθηκε στο 1.1.



2.2 Μετά τη συμπλήρωση των κενών πεδίων, η Viva.gr αποστέλλει έναν 5-ψήφιο αριθμό στην email που δημιουργήθηκε στο 1.1.



2.3 Αυτός ο 5-ψήφιος αριθμός απαιτείται για την ολοκλήρωση της εγγραφής στη Viva.gr. Στο πεδίο «Κωδικός Ενεργοποίησης» εισάγεται ο αριθμό αυτός.



2.4 Η Viva.gr παραχωρεί το τηλεφωνικό νούμερο 7007001438 δωρεάν για έναν μήνα.



2.5 Επιλογή «Διακοπή» και «Συνεχεια» έως ότου εμφανιστεί το μήνυμα «Συγχαρητήρια!». Κλικ «Συνέχεια».



2.6 Δήλωση της περιοχής χρήσης του «Νούμερου Εκτάκτου Ανάγκης» (στην προκειμένη περίπτωση είναι: Αθήνα (21)).

Περιοχή χρήσης

Νούμερα Εκτάκτου Ανάγκης στην περιοχή: **ΑΘΗΝΑ (21)**

Ενεργοποίηση υπηρεσίας καταγραφής κλή: **ΑΘΗΝΑ (21)**

Για να ενεργοποιήσετε την υπηρεσία, θα πρέπει να υποβάλλετε υπογεγραμμένη την [Αίτηση Ενεργοποίησης](#) του 7007001438 για εταιρία και [βλέπε](#)

Πριν εκτυπώσετε και αποστείλετε την υποψηφία [Στοιχεία](#) για το Viva Number σας.

Τα στοιχεία της Αίτησης Ταυτοποίησης Στοιχείων και τα στοιχεία της Αίτησης Ενεργοποίησης Υπηρεσίας Καταγραφής Κλήσεων θα πρέπει να είναι τα ίδια.

Περιγραφή Υπηρεσίας

Η υπηρεσία υποστηρίζει δύο μεθόδους λειτουργίας:

- Απογόρευση ηχογράφηση κλήσεων (off)**
Αυτή η μέθοδος δεν επιτρέπει την ηχογράφηση κλήσεων από τα συστήματα του Viva.
- Κατό περίπτωση ηχογράφηση κλήσεων (on demand)**
Αυτή η μέθοδος επιτρέπει στον χρήστη του τηλεφώνου του πελάτη του Viva, να ξεκινήσει και σταματήσει την ηχογράφηση πατώντας το πλήκτρο αστέριο στο τηλέφωνο του. Κατά την έναρξη και οι δύο συνομιλητές ακούν «beep». Έναρξη ηχογράφησης κλήσης Viva «beep». Αντίστοιχο μήνυμα υπάρχει και στην λήξη της ηχογράφησης, εφόσον αυτή γίνει πριν τον τερματισμό της κλήσης.

Τα ηχογραφημένα αρχεία, αποστέλλονται αυτόματα, αμέσως μόλις κλείσει την τηλεφωνική σύνδεση, με e-mail στην θυρίδα ηλεκτρονικής αλληλογραφίας σας και σύμφωνα με τις εκάστοτε διαθέσιμες ρυθμίσεις αποστολής ηλεκτρονικών μηνυμάτων του Viva, χωρίς να διατηρείται αρχείο των ηχογραφημάτων από το Viva.

2.7 Τέλος στην καρτέλα «Εισερχόμενες» εμφανίζονται τα «Στοιχεία πρόσβασης» που παρέχει η Viva.gr και είναι:

SIP Server: voip.viva.gr

Username: 307007001438

Password: 120017

Αυτά τα στοιχεία θα καταχωριθούν στην καρτέλα Settings της εφαρμογής για την πραγματοποίηση VoIP κλήσεων.

(II)

Στοιχεία πρόσβασης

SIP Server: **voip.viva.gr** ([Αιτήστε περισσότερα για τον καινούριο server εδώ.](#))

Username: **307007001438** Password: **120017**

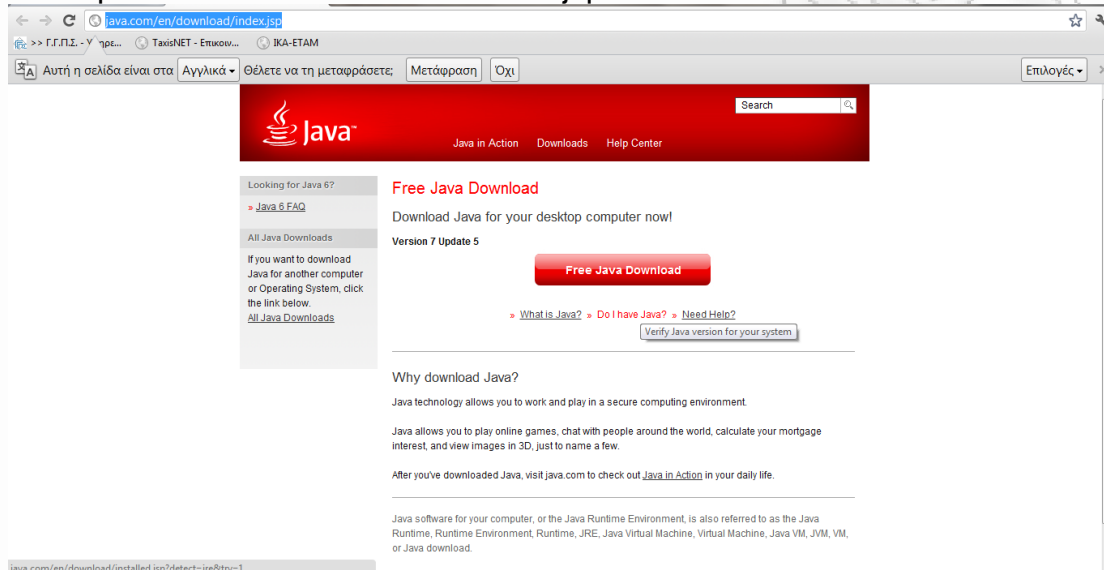
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Σε αυτό το Παράρτημα παραθέεται βήμα-προς-βήμα η εγκατάσταση κατάλληλου λογισμικού για την ανάπτυξη εφαρμογής στην πλατφόρμα Android.

1. Εγκατάσταση Java Runtime Environment (JRE)

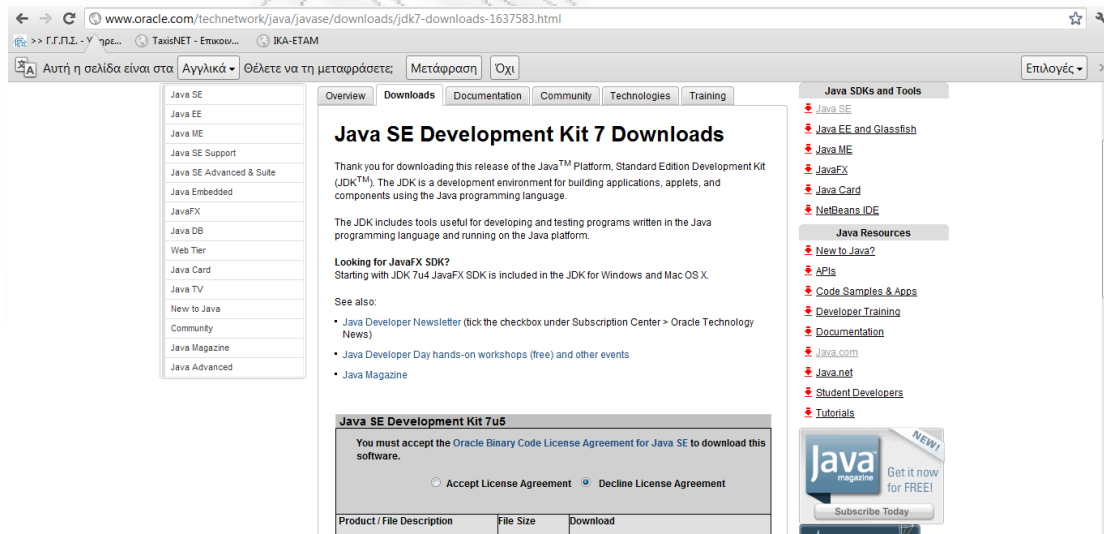
1.1 <http://Java.com/en/download/index.jsp>



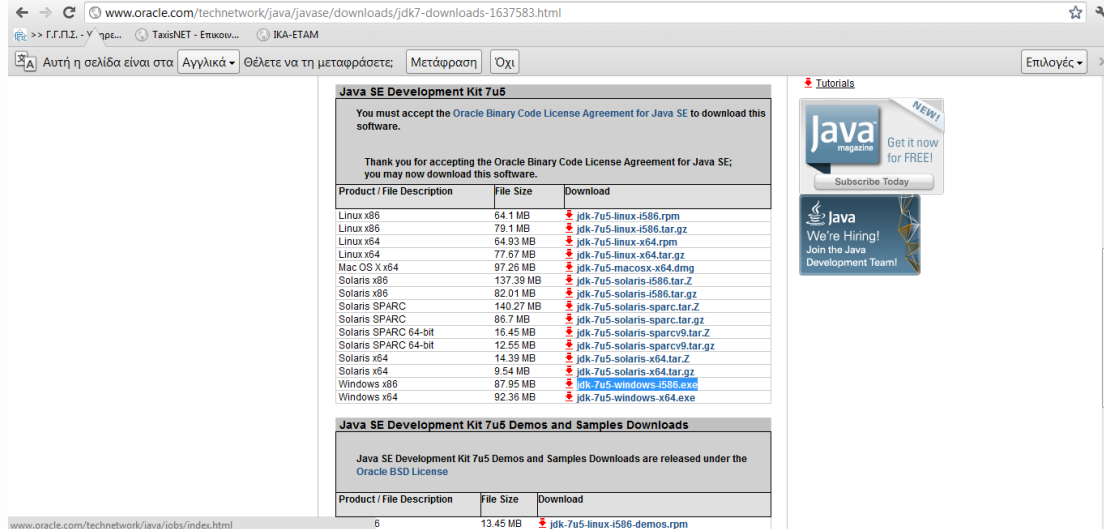
1.2 Κλικ στο «Do I have Java?» και έλεγχος εγκατάστασης της τελευταίας έκδοσης της Java στον υπολογιστή.

2. Java Development Kit (JDK)

2.1 <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk7-downloads-1637583.html>



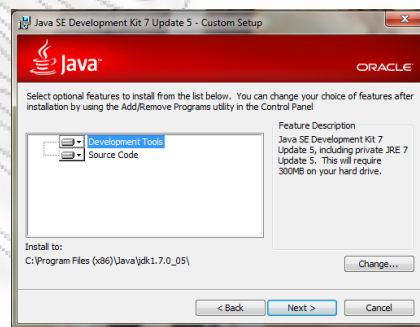
2.2 Αποδοχή των όρων (κλικ στο «Accept License Agreement») και επιλογή της κατάλληλης έκδοσης του JDK που αντιστοιχεί στο λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή. Στην προκειμένη περίπτωση είναι το: `jdk-7u5-windows-i586.exe`.



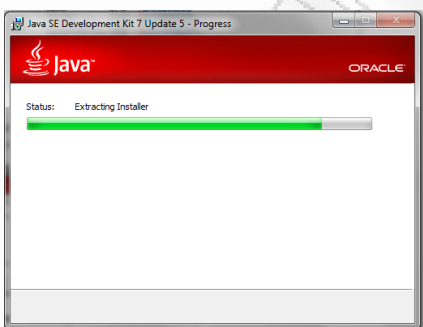
2.3 Αναζητώ στον υπολογιστή του αρχείο `jdk-7u5-windows-i586.exe` και εγκατάστασή του (Εικ.2.3.1-2.3.8).



Εικ. 2.3.1



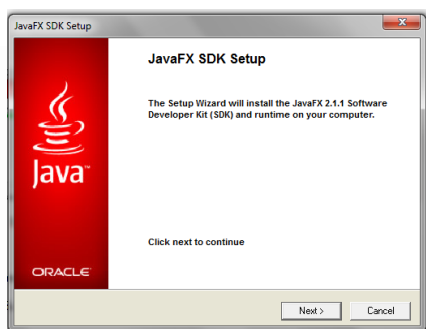
Εικ. 2.3.2



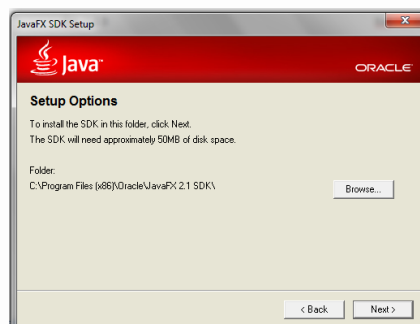
Εικ. 2.3.3



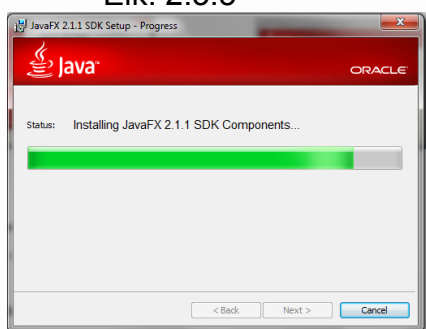
Εικ. 2.3.4



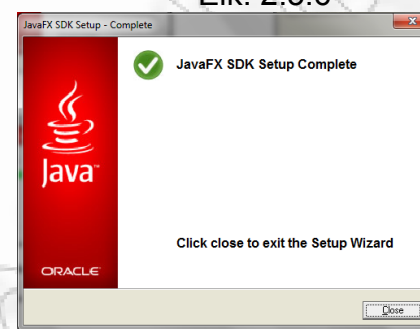
Εικ. 2.3.5



Εικ. 2.3.6



Εικ. 2.3.7



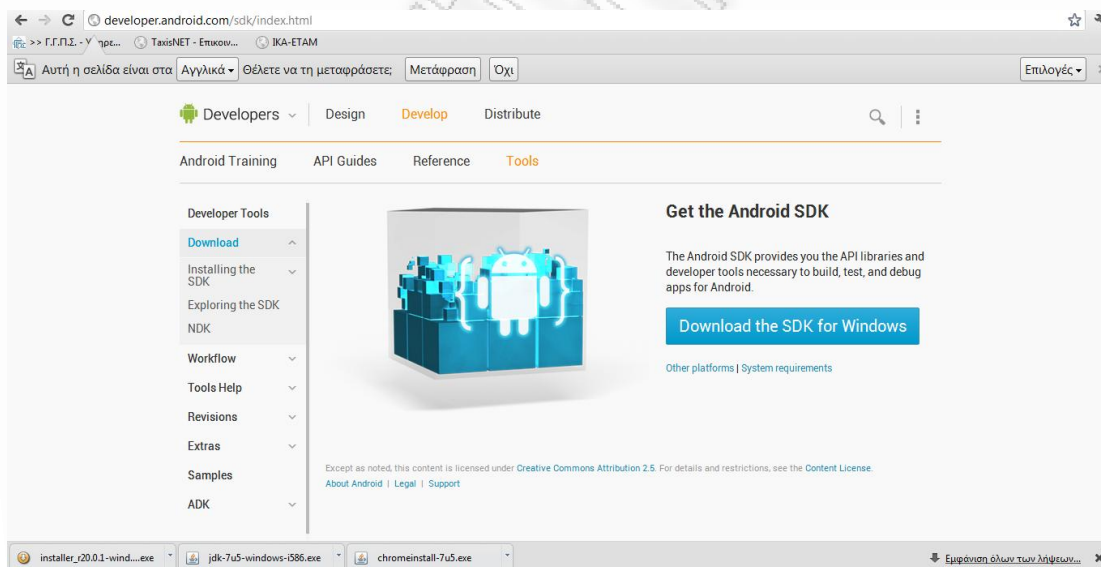
Εικ. 2.3.8

Μετά την επιτυχή εγκατάσταση του JDK ενεργοποιείται αυτόματα η ιστοσελίδα της Oracle για την εγγραφή (registration) του JDK. Η διαδικασία αυτή είναι προαιρετική.

3. Android Software Development Kit (Android SDK)

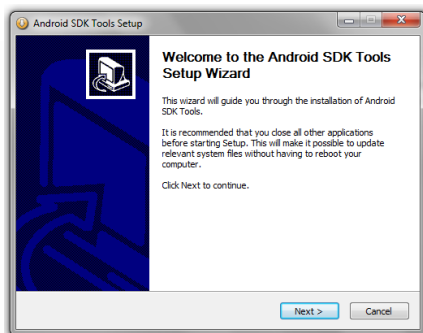
3.1 <http://developer.android.com/sdk/index.html>.

3.2 Κλικ στο «Download the SDK for Windows».

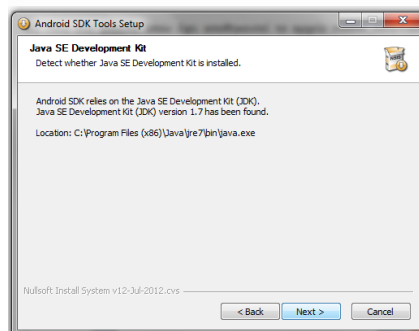


3.2.1 Εγκατάσταση του Android SDK και ενημέρωση του Android SDK Manager.

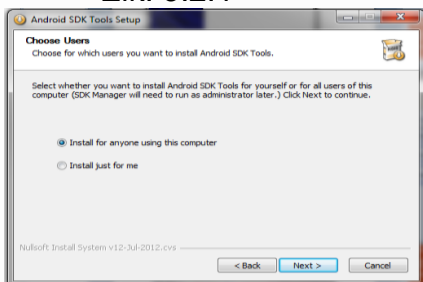
Αναζήτηση (στον υπολογιστή) του φακέλου στον οποίο έχει αποθηκευτεί το αρχείο installer_r20.0.1-windows.exe (download location) και εγκατάστασή του (Εικ.3.2.1-3.2.10).



Εικ. 3.2.1

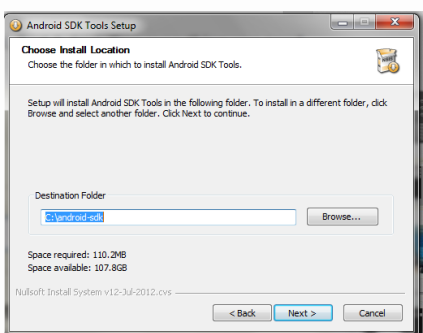


Εικ. 3.2.2

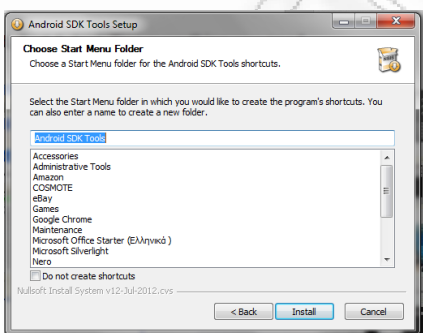


Εικ. 3.2.3

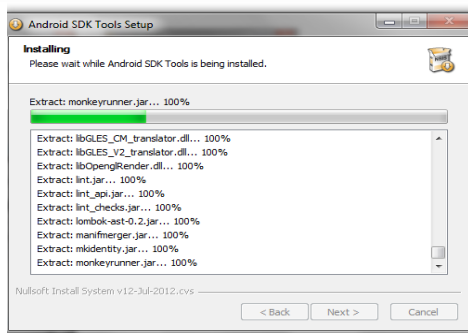
Προσοχή: Στο ακόλουθο βήμα καλό είναι στο πεδίο «Destination Folder» να γράψετε: C:\android-sdk. (I)



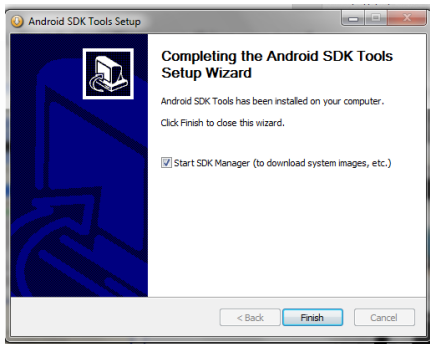
Εικ. 3.2.4



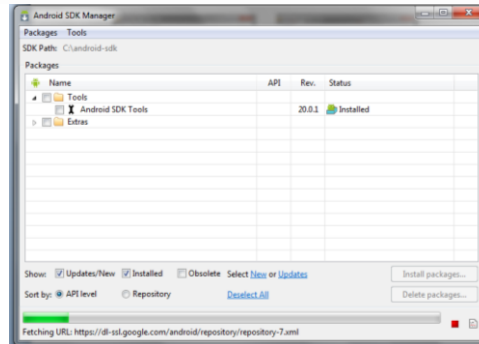
Εικ. 3.2.5



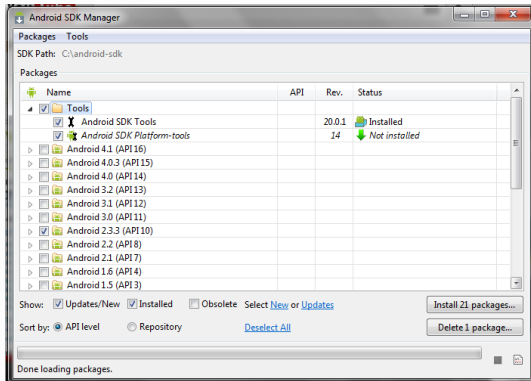
Εικ. 3.2.6



Εικ. 3.2.7

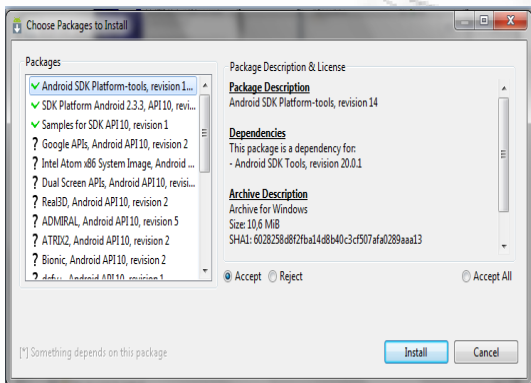


Εικ. 3.2.8



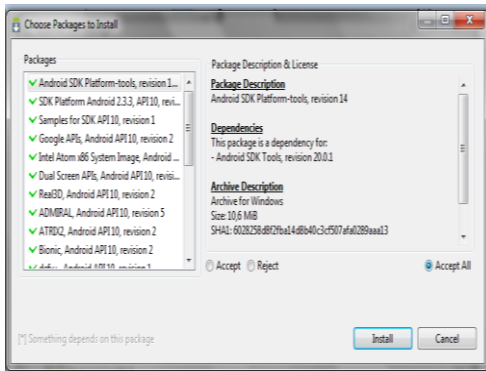
Εικ. 3.2.9

Στο παράθυρο του Android SDK Manager επιλογή α) «Tools», β) «Extras» και γ) τη συγκεκριμένη έκδοση Android, απαραίτητη για την ανάπτυξη της εφαρμογής (στην συγκεκριμένη περίπτωση την Android 2.3.3 (API10)). Κλικ στο Install. Στη συνέχεια εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο. Επιλογή «Accept all» και εγκατάσταση (Install).

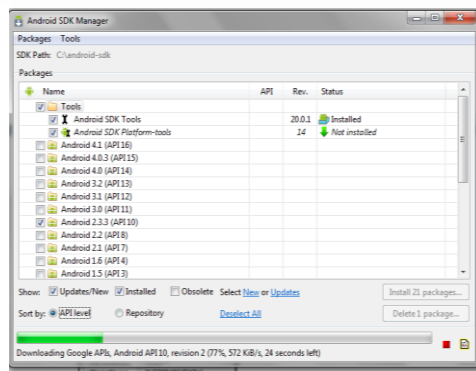


Εικ. 3.2.10

Ο Android SDK Manager συνδέεται με την Google και “κατεβάζει” τα επιλεγμένα πακέτα. Η διαδικασία αυτή απαιτεί αρκετό χρόνο, ανάλογο του αριθμού των πακέτων που έχουν επιλεγεί για εγκατάσταση και της ταχύτητας σύνδεσης στο διαδίκτυο (Εικ. 3.2.11-3.2.12).



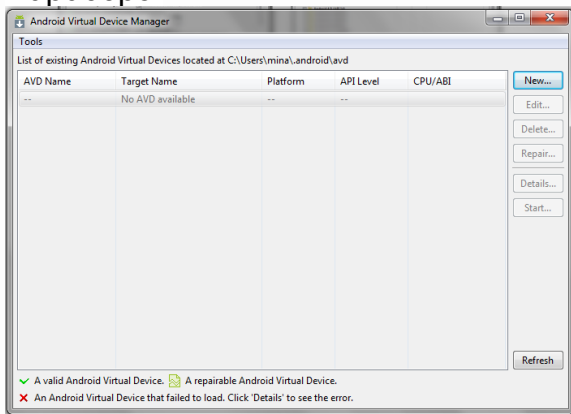
Εικ. 3.2.11



Εικ. 3.2.12

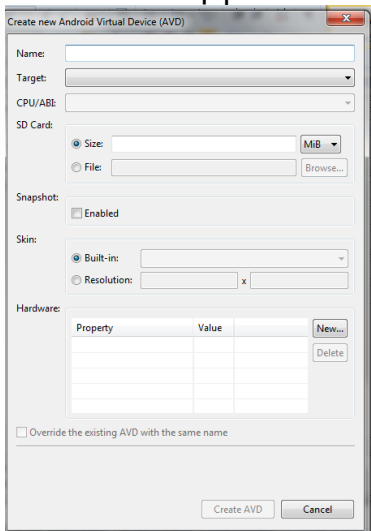
3.2.2 Δημιουργία ενός Android Virtual Device AVD (ή αλλιώς ενός Android Emulator) με σκοπό την προσομοίωση της εφαρμογής στον υπολογιστή.

3.2.2.1 C:\android-sdk, διπλό κλικ στο AVD Manager και ανοίγει το ακόλουθο παράθυρο.



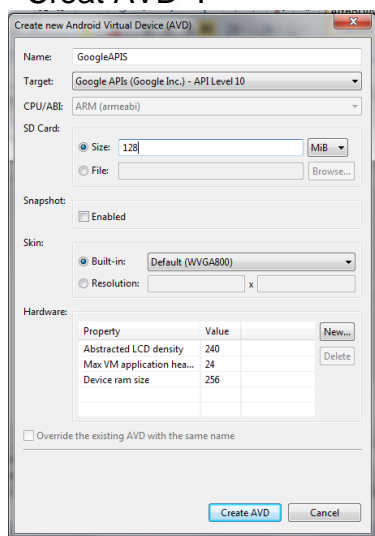
Εικ. 3.2.13

3.2.2.2 Επιλογή «New» και ανοίγει το ακόλουθο παράθυρο.



Εικ. 3.2.14

3.3.2.3 Συμπλήρωση των πεδίων όπως αυτά φαίνονται στην Εικ. 3.2.15. Κλικ στο «Creat AVD».

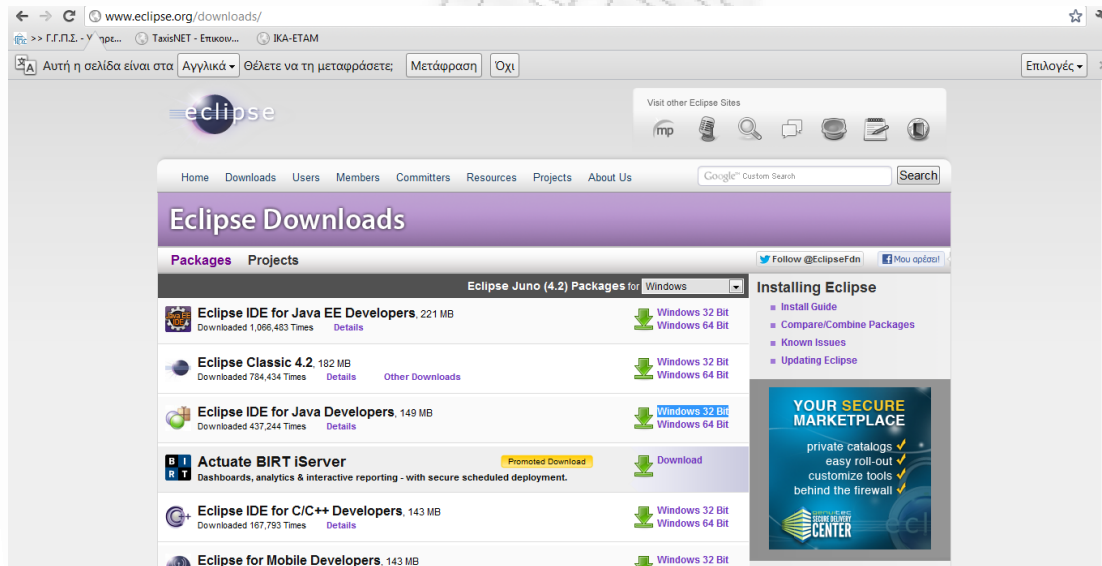


Εικ.3.2.15

4. Eclipse Integrated Development Environment for Java Developers (Eclipse IDE for Java Developers)

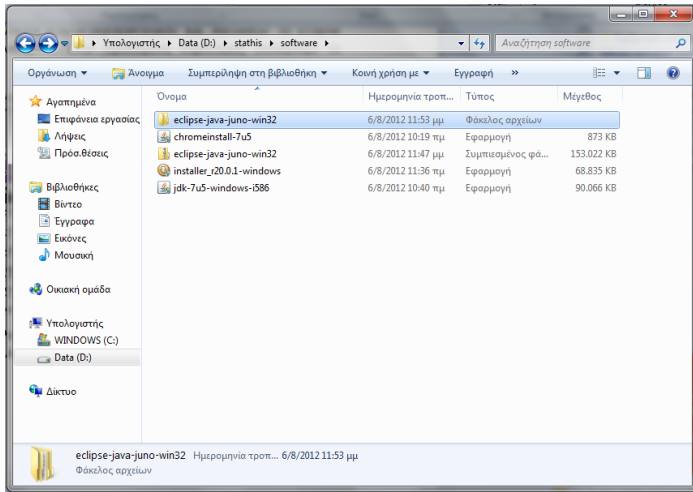
4.1 <http://www.eclipse.org/downloads/>.

Επιλογή και εγκατάσταση του Eclipse IDE for Java Developers. Στην προκειμένη περίπτωση επιλέγουμε το Windows 32 Bit.



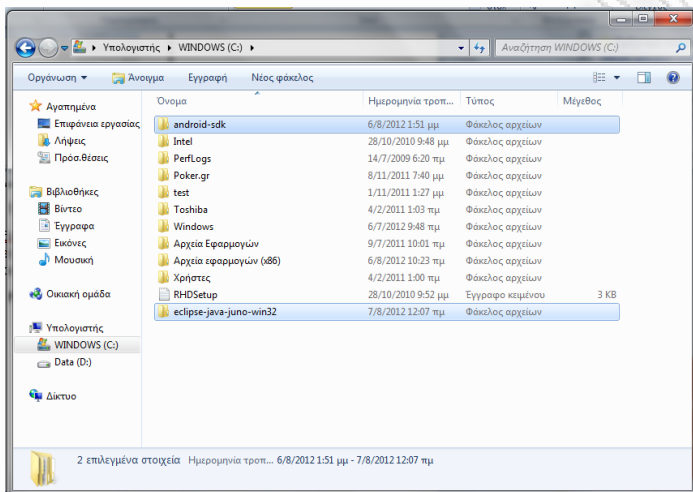
Εικ.4.1

4.2 Αναζήτηση (στον υπολογιστή) του φακέλου στον οποίο έχει αποθηκευτεί το αρχείο eclipse-java-juno-win32.zip . Extract file, βλ.Εικ.4.2.



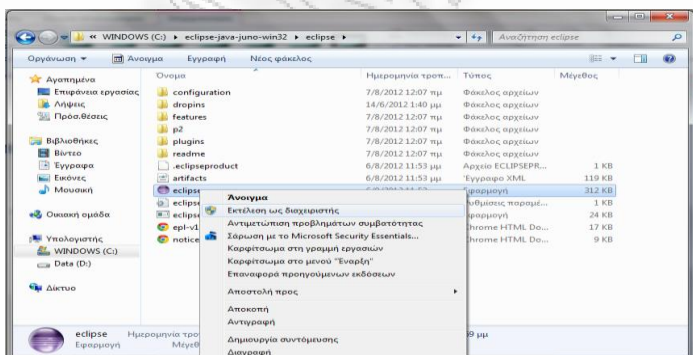
Εικ.4.2

4.3 Μεταφορά (cut/paste) του φακέλου eclipse-java-juno-win32 στον ίδιο φάκελο όπου είναι εγκατεστημένο το android-sdk (βλ. (I)). Στην προκειμένη περίπτωση είναι ο δίσκος C.



Εικ.4.3

4.4 Όσοι έχουν Vista ή Windows 7 κάνουν δεξί κλικ στο εικονίδιο  και επιλέγουν «Εκτέλεση ως Διαχειριστής» (run as administrator), βλ. Εικ.4.4.

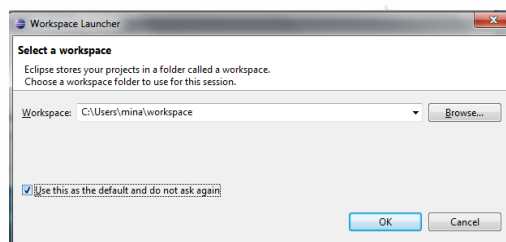


Εικ.4.4

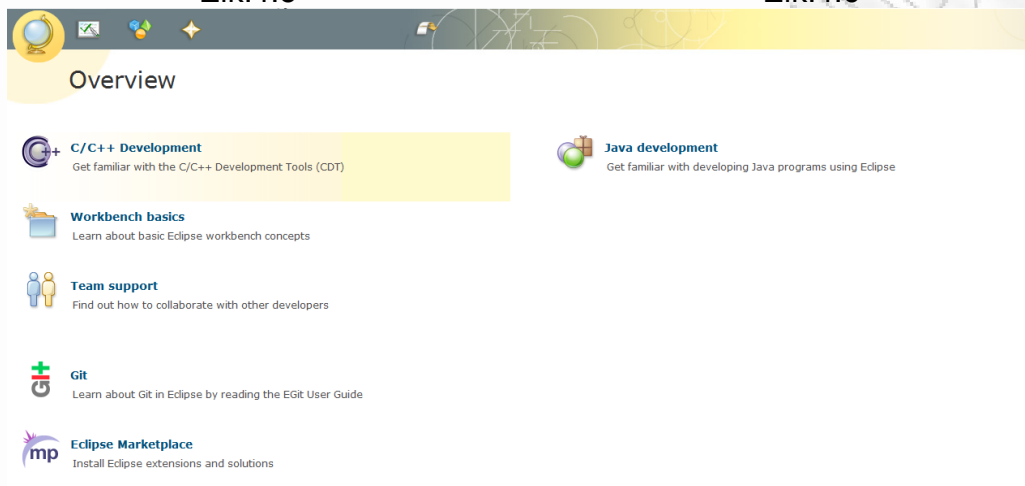
Διαφορετικά, διπλό κλικ στο εικονίδιο για την εκκίνηση του Eclipse (Εικ.4.5-4.7).



Εικ.4.5



Εικ.4.6



Εικ.4.7

Σε αυτό το στάδιο εγκατάστασης, το Eclipse δεν γνωρίζει την ύπαρξη του Android. Για λόγους λειτουργικότητας και ευχρηστίας προτείνεται η εγκατάσταση του Android Eclipse Plugin.

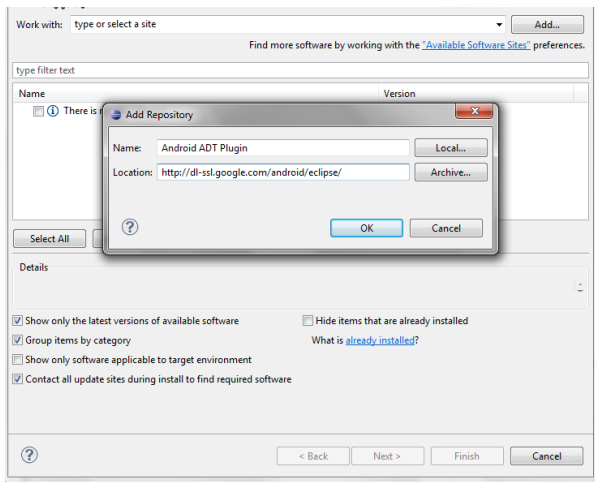
5. Android Eclipse Plugin

5.1 <http://developer.android.com/sdk/installing/installing-adt.html>

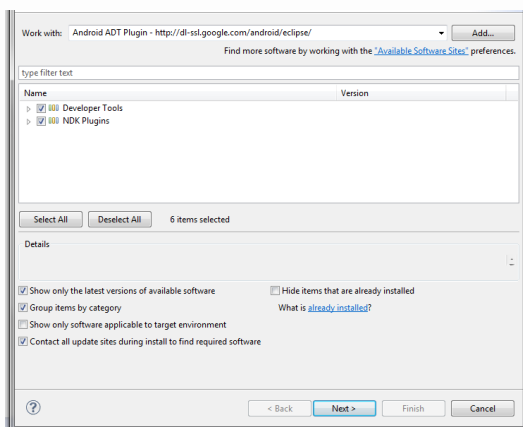
5.2 Αντιγραφή (copy/paste) του: <https://dl-ssl.google.com/android/eclipse/> και επικόλλησή του στο πεδίο Eclipse/Help/Install New Software/Add Name: Android ADT Plugin

Location: <http://dl-ssl.google.com/android/eclipse/> , βλ.Εικ.4.8.

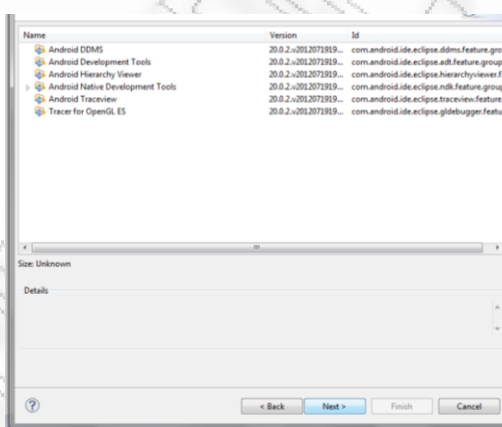
Κλικ «OK» και συνέχεια των βημάτων εγκατάστασης (Εικ.4.9-4.13).



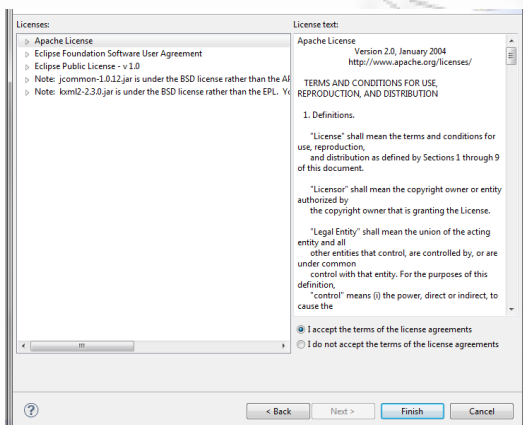
ΕΙΚ. 4.8



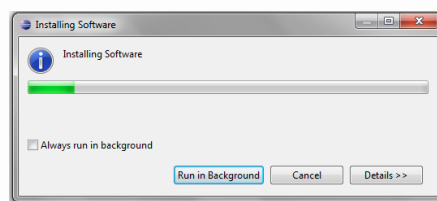
ΕΙΚ. 4.9



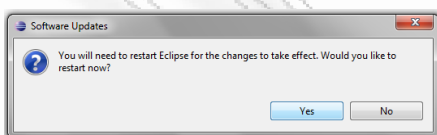
ΕΙΚ. 4.10



ΕΙΚ. 4.11



ΕΙΚ. 4.12



ΕΙΚ. 4.13

Κατά την επανεκκίνηση του Eclipse θα πρέπει να έχει εμφανιστεί αυτό το εικονίδιο στο οριζόντιο βασικό Menu του.

ΠΗΓΕΣ/ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Internet SIP

- [1] Was man über VoIP wissen sollte-<http://www.voip-entwicklung.de/notwendigkeit-des-voip-protokolls.html>
- [2] Session Initiation Protocol - Wikipedia, the free encyclopedia-http://de.wikipedia.org/wiki/Session_Initiation_Protocol
- [3] IP-Telefonie-<http://de.wikipedia.org/wiki/IP-Telefonie>
- [4] SIP Papers-<http://www.cs.columbia.edu/sip/papers.html>
- [5] SIP Telefon-<http://de.wikipedia.org/wiki/SIP-Telefon>
- [6] SIP-Status-Codes-<http://de.wikipedia.org/wiki/SIP-Status-Codes>
- [7] <http://www.3cx.gr/voip-sip/sip.php>
- [8] SIP vs H323-<http://www.en.voipforo.com/H323vsSIP.php>
- [9] RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control-<http://tools.ietf.org/html/rfc1890>
- [10] Session Description Protocol (SDP) Offer/Answer Examples-<http://www.rfc-archive.org/getrfc.php?rfc=4317>
- [11] JAIN and Java in Communications Documentation-<http://java.sun.com/products/jain/reference/docs/index.html>

Internet Android

- [12] <http://developer.android.com/resources/samples/SipDemo/index.html>
- [13] <http://developer.android.com/reference/android/net/sip/package-summary.html>
- [14] <http://developer.android.com/guide/topics/connectivity/sip.html>