



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Πληροφορική»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Αμφίδρομες υπηρεσίες video πάνω από το δίκτυο 3G
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Αριστέιδης Στριγκλής
Πατρώνυμο	Δημήτρης Στριγκλής
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΠΛ/ 08043
Επιβλέπων	Καθηγητής, Χρήστος Δουληγέρης,

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)

(υπογραφή)

(υπογραφή)

Χρήστος Δουληγέρης
Καθηγητής

Δημήτριος Βέργαδος
Λέκτορας

Παναγιώτης Κοτζανικολάου
Λέκτορας

Περίληψη

Με τη μετάβαση από τα δίκτυα δεύτερης γενιάς (2G) σε δίκτυα τρίτης γενιάς (3G), όλο και πιο πολλοί χρήστες κινητής τηλεφωνίας θέλουν να δουν τον συνομιλητή τους από την άλλη μεριά όπως συμβαίνει μέσω των υπηρεσιών VoIP. Η κινητή τηλεφωνία αποκτά νέες δυνατότητες με την ενσωμάτωση αμφίδρομης επικοινωνίας video. Οι διαδραστικές υπηρεσίες φωνής όπως η IVR (Interactive Voice Response), αναβαθμίζονται με τη προσθήκη video σε υπηρεσίες IVVR (Interactive Voice and Video Response). Μάλιστα προβλέπεται πως μέχρι το 2013 το 64% της κίνησης στο δίκτυο της κινητής τηλεφωνίας παγκοσμίως θα είναι video, με ετήσιο ποσοστό αύξησης κατά 150% μεταξύ του 2008 και του 2013. Συγκριτικά από όλη τη γεωγραφική κάλυψη τη μεγαλύτερη κίνηση σε βίντεο υπολογίζεται να έχει κυρίως η δυτική Ευρώπη.

Ενώ η υπηρεσία μονόδρομης ροής δεδομένων video έχει αυξηθεί πάρα πολύ τα τελευταία χρόνια με τη διάδοση του 3G, η αμφίδρομη επικοινωνία υπηρεσιών βίντεο έχει πιο αυστηρές απαιτήσεις, όσον αφορά στην καθυστέρηση και στην απώλεια πακέτων, καθιστώντας δύσκολη τη μετάδοση τους στους χρήστες της κινητής τηλεφωνίας οι οποίοι απαιτούν συνεχώς υψηλής ποιότητας υπηρεσίες. Σαν απάντηση σε αυτές τις προκλήσεις, πολλοί πάροχοι κινητής τηλεφωνίας αναπτύσσουν υπηρεσίες βίντεο οι οποίες βασίζονται στο 3G-324M πρότυπο προκειμένου να προσφέρουν αξιόπιστη ποιότητα παρεχόμενων υπηρεσιών (QoS) πάνω στο δίκτυο 3ης γενιάς συγκρινόμενο με τις υπηρεσίες πρόσβασης πακέτων που βασίζονται στο IP.

Η μεταπτυχιακή αυτή διατριβή παρουσιάζει την ανάπτυξη διαδραστικών υπηρεσιών video που υποστηρίζονται από το δίκτυο τρίτης γενιάς σε συνδυασμό με το δίκτυο ISDN. Για την ανάπτυξη των υπηρεσιών χρησιμοποιείται μια δοκιμαστική πλατφόρμα βασισμένη στο Asterisk PBX, ένα λογισμικό ανοικτού κώδικα που χρησιμοποιείται στις τηλεπικοινωνίες και μετατρέπει έναν υπολογιστή σε τηλεφωνικό κέντρο με απεριόριστες δυνατότητες, προσθέτοντας σε αυτό τη λειτουργία διασύνδεσης με το πρότυπο 3G-324M. Γίνεται μία σύντομη περιγραφή της τεχνολογίας video και των αποκωδικοποιητών που είναι απαραίτητοι για τη λειτουργία του, καθώς και του περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύσσονται (ISDN, 3G, Asterisk PBX). Παρουσιάζονται τα προγράμματα, οι αλλαγές σε κώδικα καθώς και η παραμετροποίηση τα οποία είναι απαραίτητα για την λειτουργία του 3G-324M gateway.

Abstract

The transition from second generation networks (2G) to third generation networks (3G) has increased the number of mobile phone users who wanted to see their partner on the other hand as it is common through VoIP services. Mobile telephony acquires new features by integrating interactive video. The interactive voice services such as IVR (Interactive Voice Response), have been upgraded with the addition of image services IVVR (Interactive Voice and Video Response). It is projected that by 2013 64% of the traffic of the mobile telephony network worldwide will be video, with an annual rate of increase of 150% between 2008 and 2013. The biggest animation in video traffic is expected to happen in Western Europe.

While the one-way video streaming service has increased significantly in recent years with the spread of 3G, two-way communication of video services have more stringent requirements regarding the delay and packet loss, making it difficult to transmit to mobile users who require constantly high quality services. In response to these challenges, many mobile providers have developed video services based on the 3G-324M standard in order to offer reliable quality of service (QoS) on the 3rd generation networks comparable with the network access services offered by the IP-based network.

This master thesis presents the development of interactive video services that are supported by the third generation network in conjunction with the ISDN network. For the development of these services we use a test platform based on the Asterisk PBX, an open source software used in telecommunications that converts a computer to a telephone center with unlimited possibilities, adding the 3G-324M function. A brief description of video technology and codecs necessary for its functioning, as well as the environment in which they grow (3G, ISDN, PBX Asterisk) are presented. All the modifications to the code and the configuration necessary for the operation of the 3G-324M gateway are described in detail.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	3
Abstract	3
Εισαγωγή	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	9
Τηλεδιάσκεψη.....	9
1.1 Εισαγωγή.....	9
1.2 Η σειρά H των προτύπων τηλεδιάσκεψης – το πρότυπο H.320	9
1.2.1 Αποκωδικοποιητές video και ήχου	11
1.3 Το πρότυπο H.323	12
1.3.1 Πρωτόκολλα κωδικοποίησης, ελέγχου και διαμοιρασμού	14
1.4 Το πρότυπο H.324 – πολυμεσική επικοινωνία χαμηλού ρυθμού bit.....	15
1.5 Από το πρότυπο ITU-T H.324 στο 3G-324M	16
1.5.1 Υπηρεσίες διόρθωσης σφαλμάτων και απόκρυψης	17
1.5.2 Το πρωτόκολλο πολύπλεξης/απόπλεξης H.223	18
1.5.3 Επίπεδα προσαρμογής του 3G-324M.....	19
1.5.4 Το πρότυπο H.245	19
1.5.5 Το κανάλι βίντεο – H.263 και MPEG-4	22
1.5.6 Το κανάλι ήχου - Adaptive Multi-Rate (AMR) audio codec	24
1.5.7 Διασύνδεση 3G-324M ΚΑΙ ISDN	26
2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	28
Περιβάλλον ανάπτυξης και παραμετροποίησης εφαρμογής.....	28
2.1 Αρχιτεκτονική έργου	28
2.2 Asterisk server.....	29
2.3 Codecs and file formats.....	30
2.4 Λειτουργικό Σύστημα	31
2.5 Εγκατάσταση του Asterisk server.....	31
2.5.1 Αρχεία	32
2.5.2 Αρχική παραμετροποίηση του Asterisk	33
2.5.3 Παραμετροποίηση του dialplan	34
2.5.4 Παραμετροποίηση SIP	35
3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	38
Διαμόρφωση του Asterisk 3g gateway.....	38
3.1 Εγκατάσταση της βιβλιοθήκης H324m	38
3.2 Εγκατάσταση της εφαρμογής app_h324m	41
3.3 Εγκατάσταση της εφαρμογής app_mp4	41
3.4 Εγκατάσταση εφαρμογών app_rtsp και app_transcoder	42
3.5 Εφαρμογές FFmpeg και Mpeg4ip	43
4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	45

Μεθοδολογία και σχεδιασμός πειράματος	45
4.1 Επιστροφή βίντεο μέσω της λειτουργίας video loopback	47
4.2 Δοκιμή Echo	48
4.3 Βιντεοκλήση από 3G-324M σε SIP	51
4.4 Interactive Voice and Video Response	52
4.5 Εγγραφή και αναπαραγωγή βίντεο – υπηρεσίες videomail και video on demand 56	
4.6 Εξερχόμενη κλήση SIP - 3G-324M.....	57
Επίλογος.....	60
Μελλοντικές σκέψεις για την εξέλιξη της πλατφόρμας	60
Βιβλιογραφία	62
5 Παραρτήματα.....	65
5.1 Παράρτημα Α - Σημεία Αναφοράς ISDN (ISDN Reference Configurations)	65
5.2 Παράρτημα Β – Αρχιτεκτονική των οδηγών mISDN.....	67
5.3 Παράρτημα Γ – libri patch for h324m videocall (Klaus Darilion)	68
5.4 Παράρτημα Δ – zap_channel patch for h324m video call (Klaus Darilion)	69
5.5 Παράρτημα Ε – βιβλιοθήκες και εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκαν	76
5.6 Παράρτημα Ζ – ISDN PCI Card Open Vox	77

Ευρετήριο Σχημάτων – Πινάκων - Εικόνων

Σχήματα

Σχήμα 1: Βασικά μέρη συστήματος τηλεδιάσκεψης βασισμένο στο πρότυπο H.320 - πηγή : ITU-T recommendation H.320	10
Σχήμα 2: Αρχιτεκτονική H.323 προτύπου – πηγή: ITU-T Recommendation H.323	12
Σχήμα 3: Διαλειτουργικότητα δικτύου H.323	14
Σχήμα 4: ITU-T H324 σύστημα	15
Σχήμα 5: 3GPP 3G-324M Πρότυπο	16
Σχήμα 6: μηχανισμός πολύπλεξης του προτύπου H.223	19
Σχήμα 7: Ανταλλαγή δυνατοτήτων στο H.245	21
Σχήμα 8: κωδικοποιητής H.263	22
Σχήμα 9: Περιγραφή λειτουργίας AMR	25
Σχήμα 10: Διαδικασία εγκαθίδρυσης κλήσης από δίκτυο ISDN προς το δίκτυο 3G-324M	26
Σχήμα 11: Υπηρεσίες βίντεο με χρήση του Asterisk ως πύλη διασύνδεσης 3G-324M	28
Σχήμα 12: Αρχιτεκτονική Asterisk	30
Σχήμα 13: /var/spool/asterisk δομή	33
Σχήμα 14: ISDN - SIP call	45
Σχήμα 15: 3G-324M/ISDN - SIP call	46
Σχήμα 16: Αρχιτεκτονική των οδηγων mISDN - Http://www.misdn.org/index.php/About_mISDN	67

Εικόνες

Εικόνα 1: Αρχεία εφαρμογών Asterisk-video	39
Εικόνα 2: Asterisk codecs	40
Εικόνα 3: πληροφορίες για το αρχείο jefflew.3p μέσω του MPEG4IP	44
Εικόνα 4: Επιστροφή βίντεο στο τερματικό	47
Εικόνα 5: video_loopback λειτουργία	48
Εικόνα 6: Λειτουργία echo()	49
Εικόνα 7: Αποκωδικοποίηση δεδομένων στη λειτουργία video_loopback()	50
Εικόνα 8: Αποκωδικοποίηση και μετατροπή πλαισίων h324m σε Asterisk frame με τη λειτουργία echo()	50
Εικόνα 9: Διαδικασία δρομολόγησης κλήσης προς το x-lite	51
Εικόνα 10: Βιντεοδιάσκεψη τερματικού 3G-324M και x-lite softphone	52
Εικόνα 11: IVVR εφαρμογή	53
Εικόνα 12: εισαγωγή IVVR Menu - απαιτείται ενέργεια από τον χρήστη	54
Εικόνα 13: επιλογή 1 - αναπαραγωγή αρχείου jefflew.3gp	55
Εικόνα 14: Επιλογή 2 - αναπαραγωγή αρχείου linux.3gp	55
Εικόνα 15: Επιλογή 3 - αναπαραγωγή αρχείου mire-tv.3gp	56
Εικόνα 16: Εγγραφή βίντεο	56
Εικόνα 17: Αποτυχία εξερχόμενης βιντεοκλήσης	59
Εικόνα 18: Η ISDN κάρτα που χρησιμοποιήθηκε για την εργασία	77

Πίνακες

Πίνακας 1: Βασικά πρωτόκολλα για τη λειτουργία βιντεοδιάσκεψης σε δίκτυο H.323	15
Πίνακας 2: ρυθμός μετάδοσης κωδικοποίησης AMR	24
Πίνακας 3: Τιμές στο επίπεδο πληροφορίας του Q.931	46

Εισαγωγή

Η τεχνολογία της τηλεδιάσκεψης δεν είναι κάτι καινούριο και στην αγορά υπάρχουν πολλά προϊόντα που την υποστηρίζουν. Τα περισσότερα από αυτά είναι σχεδιασμένα να λειτουργούν πάνω από το δίκτυο IP και από το δίκτυο ISDN. Τα τελευταία χρόνια η έλευση του 3G, έδωσε την ευκαιρία στους κατασκευαστές να εμφανίσουν συσκευές που υποστηρίζουν τη μετάδοση δεδομένων βίντεο στο δίκτυο της κινητής τηλεφωνίας.

Τα δίκτυα 3^{ης} γενιάς, χρησιμοποιούν συνδυαστικά την τεχνολογία μεταγωγής κυκλώματος και μεταγωγής πακέτων. Όταν σχεδιαζόταν το σύστημα 3^{ης} γενιάς ο ορίζοντας ήταν να μπορεί να χρησιμοποιεί πλήρως το δίκτυο IP, για την υποστήριξη ολοένα και πιο απαιτητικών υπηρεσιών. Διάφοροι οργανισμοί όπως ο Third Generation Partnership Project (3GPP), προβλέπουν ότι τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας θα χρησιμοποιούν αποκλειστικά τεχνολογία μεταγωγής πακέτων στο μέλλον. Στην πραγματικότητα όμως τα πράγματα είναι κάπως διαφορετικά. Παρόλο που υποστηρίζει πολλές υπηρεσίες χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο IP όπως Multimedia Messaging (MMS), MP3 streaming με προσωρινή αποθήκευση, Wireless imaging (JPEG) και συνηθισμένες υπηρεσίες διαδικτύου (e-mail, web access, chatting, μονόδρομη υπηρεσία βίντεο) οι περισσότερες πρόκειται για υπηρεσίες που είναι μη-ευαίσθητες σε καθυστέρηση. Κι αυτό γιατί το IP θέτει πολύ αυστηρά όρια στη δυνατότητα υποστήριξης υπηρεσιών για την ομαλή λειτουργία τους σε περιπτώσεις καθυστέρησης όπως η βιντεοδιάσκεψη και η ροή περιεχομένου βίντεο.

Το πρόβλημα βρίσκεται στο ότι η πρόσβαση σε δίκτυα μεταγωγής πακέτων είναι αρκετά ευαίσθητη σε θέματα απόδοσης η οποία επηρεάζεται από το εύρος ζώνης, από την καθυστέρηση ή την απώλεια πακέτων και από την παραμόρφωση σήματος και δεν επαρκεί στο να υποστηρίξει χωρίς προβλήματα εφαρμογές που είναι ευαίσθητες σε καθυστέρηση, και δεν θα είναι μέχρι οι πάροχοι να περάσουν στο IPv6 και στην επικοινωνία SIP. Δυστυχώς το IPv6, το οποίο θα διορθώσει την κατάσταση θα χρειαστεί μερικά ακόμη χρόνια για να αναπτυχθεί πλήρως και να λειτουργεί με αξιοπιστία.

Για να λύσει το πρόβλημα που δημιουργείται από την αδυναμία του IP, η κινητή τηλεφωνία υιοθέτησε το πρότυπο 3G-324M, το οποίο σχεδιάστηκε ώστε να προσφέρει αμφίδρομες υπηρεσίες βίντεο υψηλής ποιότητας, αποστέλλοντας περιεχόμενο πολυμέσων προς τις δύο κατευθύνσεις, κατά μήκος μιας σύνδεσης των 64kbps με μεταγωγή κυκλώματος, με αποτέλεσμα κάθε κλήση να έχει ένα εγγυημένο επίπεδο υπηρεσίας για τον ήχο και το βίντεο προσφέροντας υψηλή ποιότητα βιντεοδιάσκεψης. Έτσι η προτιμώμενη τεχνολογία για την υποστήριξη αξιόπιστων και υψηλής ποιότητας διαδραστικών υπηρεσιών βίντεο πάνω από το δίκτυο της κινητής τηλεφωνίας, είναι η τεχνολογία της μεταγωγής κυκλώματος.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή στόχος είναι η διασύνδεση του προτύπου 3G-324M με το δίκτυο ISDN και το δίκτυο IP, με την χρήση ενός τηλεφωνικού κέντρου το οποίο μεσολαβεί ως πύλη διασύνδεσης, η αξιοποίηση των δυνατοτήτων του δικτύου 3G, προσφέροντας διαδραστικές υπηρεσίες στους χρήστες του και η ανάπτυξη και παρουσίαση κάποιων από των υπηρεσιών αυτών.

Οι υπηρεσίες που θα προσπαθήσουμε να υλοποιήσουμε περιλαμβάνουν:

- Αμφίδρομη επικοινωνία βίντεο μεταξύ δύο ή περισσότερων χρηστών οι οποίοι μπορούν να επικοινωνούν από διαφορετικά δίκτυα.
- Η δυνατότητα αποστολής video email και η αναπαραγωγή τους από τον χρήστη οποιαδήποτε στιγμή, από οποιοδήποτε σημείο.
- Η ροή περιεχομένου βίντεο από ένα διακομιστή πολυμέσων και η αποθήκευση αρχείων βίντεο σε αυτόν, από τον χρήστη της κινητής τηλεφωνίας.
- Η ανάπτυξη Interactive Voice and Video Response υπηρεσιών μέσα από ένα διαδραστικό menu, δίνοντας τη δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει το περιεχόμενο που θέλει να δει
- Η ροή περιεχομένου βίντεο από κάμερα σε πραγματικό χρόνο προσφέροντας δυνατότητα παρακολούθησης.

Για την ανάπτυξη διαδραστικών υπηρεσιών βίντεο πάνω από το δίκτυο 3G είναι απαραίτητη η υλοποίηση μιας πύλης διασύνδεσης πολυμέσων (multimedia gateway), η οποία συνήθως απαιτεί αρκετά μεγάλο κόστος και εξειδικευμένη γνώση. Έτσι το κίνητρο για την

ανάπτυξη μιας πύλης διασύνδεσης πολυμέσων με σχεδόν μηδενικό κόστος, αξιοποιώντας κώδικα ελεύθερου λογισμικού και προσφέροντας μία ποικιλία αμφίδρομων και διαδραστικών υπηρεσιών σε ένα μεγάλο καταναλωτικό κοινό, τους χρήστες του δικτύου 3G, είναι αρκετά μεγάλο.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας, γίνεται μία συνοπτική αναφορά στην προσπάθεια για μετάδοση δεδομένων βίντεο. Περιγράφονται τα πρότυπα που αναπτύχθηκαν από την ΙΤU, η αρχιτεκτονική τους και η λειτουργία τους και πώς η προσπάθεια αυτή οδήγησε στην υιοθέτηση του προτύπου 3G-324M από τον οργανισμό 3GPP. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι τρόποι διασύνδεσης του προτύπου με άλλα δίκτυα και συγκεκριμένα με το δίκτυο ISDN.

Στο κεφάλαιο 2, παρουσιάζεται ο Asterisk PBX server, τα γενικά χαρακτηριστικά του και η αρχιτεκτονική του. Περιγράφεται η λειτουργία του και η παραμετροποίηση του ώστε να γίνει ένα λειτουργικό τηλεφωνικό κέντρο.

Στο κεφάλαιο 3, προσθέτουμε όλα τα προγράμματα που είναι απαραίτητα για τη διαλειτουργικότητα του Asterisk με το δίκτυο 3G-324M. Περιγράφεται η εγκατάσταση των εφαρμογών καθώς και η λειτουργικότητά τους. Επίσης γίνεται αναφορά στην εγκατάσταση και στη λειτουργία των εφαρμογών για τη μετατροπή και αναπαραγωγή αρχείων βίντεο στη μορφή που υποστηρίζει το πρότυπο 3G-324M.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η μεθοδολογία για την ανάπτυξη αμφίδρομων υπηρεσιών βίντεο. Περιγράφεται η διαλειτουργικότητα του συστήματος με το δίκτυο 3G-324M και κάθε λειτουργία/υπηρεσία που μπορεί να προσφέρει.

Τέλος στο κεφάλαιο 5, παρουσιάζονται κάποια συμπεράσματα, καθώς και τα ανοιχτά θέματα που μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο μελλοντικής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

Τηλεδιάσκεψη

1.1 Εισαγωγή

Η τεχνολογία της τηλεδιάσκεψης (videoconference) εμφανίστηκε πρώτη φορά το 1964 στην Παγκόσμια Έκθεση της Νέας Υόρκης, όπου η AT&T δοκίμασε την υπηρεσία picture phone (εικονοτηλέφωνο). Παρά τις προσπάθειες για την δημιουργία εμπορικής αγοράς υπηρεσιών τηλεδιάσκεψης δεν έγινε εφικτή η ευρεία αποδοχή τους. Αιτία ήταν το υψηλό κόστος, η έλλειψη δικτύων υψηλών ταχυτήτων, η χαμηλή ποιότητα της εικόνας και η άρνηση των καταναλωτών.

Μόλις στις αρχές της δεκαετίας του 1980 τα πρότυπα του ISDN επέτρεψαν τη μετάδοση ψηφιακών σημάτων σε μεγάλες αποστάσεις επεκτείνοντας τις υπηρεσίες τηλεδιάσκεψης, οπότε και αυξήθηκε η προσφορά σε προϊόντα με ενσωματωμένους αποκωδικοποιητές για τη μετάδοση εικόνων, όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές και βιντεοτηλέφωνα. Και πάλι όμως, το υψηλό κόστος των υλικών και της απόκτησης ISDN γραμμής απέτρεψε τη μαζική τους αύξηση.

Στα μέσα της δεκαετίας του '90 εμφανίζονται νέα συστήματα συνδιάσκεψης πολυμέσων τα οποία βασίζονται σε μικρά, κυρίως ιδιωτικά δίκτυα LAN τα οποία παρουσίαζαν σημαντική έλλειψη διαλειτουργικότητας ανάμεσα στα προϊόντα διαφόρων κατασκευαστών.

Η κατάσταση άλλαξε όταν η ITU (International Telecommunication Union) υιοθέτησε τη σειρά H (H-series) για τα πρότυπα της τηλεδιάσκεψης. Τα δύο πιο σημαντικά πρότυπα είναι τα H.323 και το H.324. Το πρότυπο H.323 που υιοθετήθηκε το 1996 ορίζει το LAN based video conferencing, τη μετάδοση βίντεο πάνω από το δίκτυο IP και επιτρέπει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ προϊόντων διαφορετικών κατασκευαστών, ενώ το H.324 ορίζει το POTS (plain old telephone system) based videoconferencing, την τηλεδιάσκεψη βασισμένη στο παραδοσιακό τηλεφωνικό δίκτυο.

Γενικά, τα πρότυπα του videoconferencing διέπονται από τις υποδείξεις της σειράς H. Κάθε πρότυπο είναι πρότυπο «ομπρέλα», με την έννοια ότι κάτω από αυτά περιλαμβάνονται πολλά άλλα πρότυπα για να υποστηρίξουν μετάδοση video, ήχου, δεδομένων και εφαρμογές χρήσης από κοινού. Σε αυτή περιλαμβάνονται:

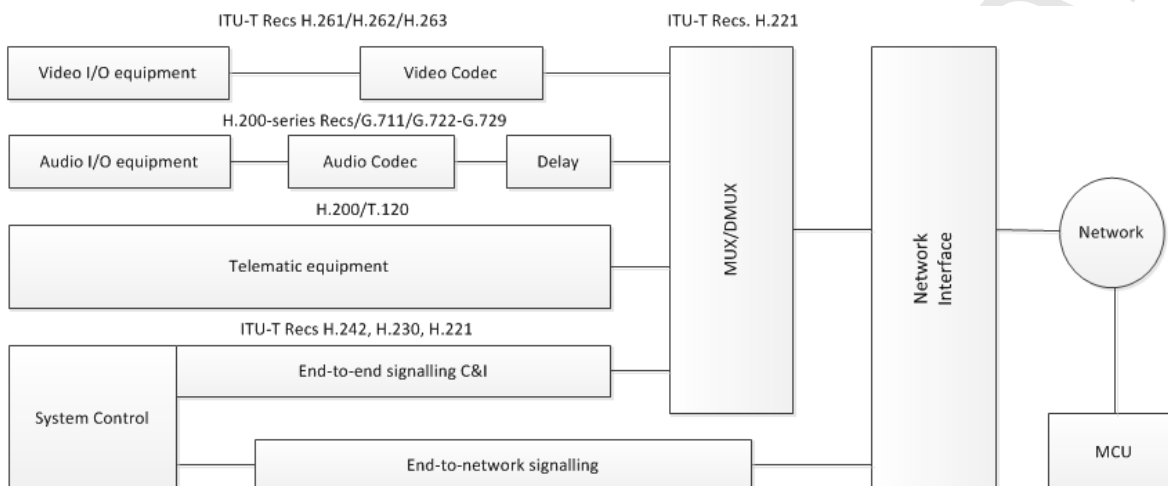
- το H.320 (N-ISDN πρωτόκολλο) το οποίο χρησιμοποιείται για μεταφορά δεδομένων πάνω από ψηφιακές τηλεφωνικές γραμμές. Περιλαμβάνει ξεχωριστά υπό-πρότυπα για τη κωδικοποίηση video, ήχου και δεδομένων.
- το H.321 (ISDN - ATM) για μεταφορά δεδομένων πάνω από δίκτυα ATM,
- το H.323, πρότυπο ομπρέλα για βιντεοδιάσκεψη σε δίκτυα IP (VoIP). Είναι παρόμοιο με το πρότυπο H.320 στις κωδικοποιήσεις video και ήχου με διαφορετική μορφή δεδομένων.
- το H.324 που είναι μία συλλογή υπό-προτύπων για βίντεο κλήσεις πάνω από αναλογικές γραμμές (PSTN).

Στο κεφάλαιο αυτό θα επικεντρωθούμε στη σειρά H της ITU-T που ορίζει τη μετάδοση video, κυρίως στα πρότυπα που είναι απαραίτητα για τον σκοπό της εργασίας, καθώς και τη λειτουργία τους. Θα δούμε πώς καταλήξαμε στο πρότυπο H.324 από το οποίο προέκυψε το πρότυπο 3G-324M που υιοθέτησε η 3GPP (3rd Generation Partnership Project) για τη μετάδοση δεδομένων βίντεο για το δίκτυο 3G-UMTS.

1.2 Η σειρά H των προτύπων τηλεδιάσκεψης – το πρότυπο H.320

Ο οργανισμός ITU ευθύνεται για τα περισσότερα πρότυπα βιντεοδιάσκεψης που βρίσκονται σε χρήση και ακολουθούν τα πρότυπα κάτω από την ομπρέλα του H.3xx. Η ομπρέλα περιέχει μία συλλογή πρωτοκόλλων τα οποία εξειδικεύονται σε μία ειδική περιοχή του σήματος, για παράδειγμα το H.26x ορίζει την κωδικοποίηση του video και το G.72x την κωδικοποίηση του ήχου. Κάποια από αυτά τα πρωτόκολλα ορίζονται ως βασικά και υπάρχουν σχεδόν σε όλα τα κυρίως πρότυπα, ενώ κάποια άλλα ως προαιρετικά και η χρήση τους εξαρτάται από τη διάθεση

των κατασκευαστών. Πχ, τα H.261 και G.711 είναι υποχρεωτικά σε όλα τα πρότυπα (H.320, H.321, H.323 και H.324). Το σχήμα που ακολουθεί περιγράφει ένα τηλεφωνικό σύστημα τηλεδιάσκεψης βασισμένο στο πρότυπο H.320. Το H.320 «Narrow-band visual telephone systems and terminal equipment¹» ορίζει τις τεχνικές απαιτήσεις συστημάτων τηλεδιάσκεψης και βιντεοκλήσης πάνω από δίκτυα ISDN, με ταχύτητα από 64 έως 2048kbps.



MCU: Multipoint Control Unit

Σχήμα 1: Βασικά μέρη συστήματος τηλεδιάσκεψης βασισμένο στο πρότυπο H.320 - πηγή : ITU-T recommendation H.320

Τα τερματικά εισόδου/εξόδου δεδομένων video περιλαμβάνουν κάμερες, οθόνες και μονάδες επεξεργασίας video και προσφέρουν λειτουργίες όπως διαχωρισμό της εικόνας στην οθόνη. Η είσοδος/έξοδος ήχου περιλαμβάνει εξοπλισμό όπως μικρόφωνα, ηχεία και μονάδες επεξεργασίας ήχου. Σαν εξοπλισμό τηλεματικής εννοούνται διάφορα οπτικά βοηθήματα, όπως ηλεκτρονικοί πίνακες, συνδιάλεξη κειμένου και δέκτης εικόνας. Το system control επιτρέπει τη είσοδο στο δίκτυο μέσω σηματοδότησης από το άκρο προς το δίκτυο ή από άκρο σε άκρο.

Η μετάδοση αρχίζει από τη συσκευή video (πχ, κάμερα), το σήμα κωδικοποιείται και συμπιέζεται από τον κωδικοποιητή video πριν γίνει η πολυπλεξία με τον ήχο και τα υπόλοιπα δεδομένα, και στη συνέχεια τροφοδοτεί το δίκτυο (ISDN) μέσω της διεπαφής δικτύου (network interface). Η καθυστέρηση στη διαδρομή μεταφοράς του ήχου, αντισταθμίζει την καθυστέρηση του video codec ώστε να πετύχει lip synchronization².

Αντίστροφα, το άλλο τμήμα λαμβάνει τα δεδομένα από την απομακρυσμένη μεριά. Τα από-πολυπλέκει σε ξεχωριστούς δίοδους video, ήχου, δεδομένων και σημάτων ελέγχου και τα κατευθύνει στον αντίστοιχο αποκωδικοποιητή. Το αποκωδικοποιημένο video τροφοδοτεί το τερματικό, ώστε να παρουσιαστεί η εικόνα.

Το πρότυπο T.120, είναι το κύριο πρότυπο για τον διαμοιρασμό δεδομένων. Η συσκευή T.120 παρεμβάλλει τη διαμοιραζόμενη πληροφορία δεδομένων μέσα στο κανάλι μετάδοσης του video conferencing H.320. Με αυτό τον τρόπο απαιτείται ένα μόνο κανάλι για τη μετάδοση δεδομένων ήχου, εικόνας και data. Το T.120 περιλαμβάνει μία συλλογή προτύπων ώστε να προσαρμόζεται εντός της ροής δεδομένων ενός συστήματος συνδιάσκεψης.

¹ ITU-T: Series H: Audiovisual and multimedia systems. Infrastructure of audiovisual services – Systems and terminal equipment for audiovisual services - Narrow-band visual telephone systems and terminal equipment – H.320 (03/2004).

² Τεχνικός όρος που χρησιμοποιείται για audio / video συγχρονισμό κατά τη μετάδοση βίντεο και αναφέρεται στο γεγονός ότι η οπτική κίνηση των χειλιών του ομιλητή πρέπει να ταιριάζει με τον λόγο του. Αμφίδρομες υπηρεσίες video πάνω από το δίκτυο 3G

1.2.1 Αποκωδικοποιητές video και ήχου

Τα πρότυπα κωδικοποίησης video που περιλαμβάνονται κάτω από την ομπρέλα του H.320 είναι τα εξής:

- **H.261 Video Codec:** χρησιμοποιείται για οπτικοακουστικές υπηρεσίες (audio visual). Ορίζει τον τρόπο συμπίεσης και κωδικοποίησης της πληροφορίας δεδομένων βίντεο για την μεταφορά πάνω από δίκτυα με εύρος ζώνης μεταξύ 64 kbps και 2Mbps. Αυτή η τεχνική αναφέρεται επίσης ως «rx64» όπου το r παίρνει τιμές από 1 μέχρι 30. Το H.261 έχει σχεδιαστεί ώστε η πληροφορία να μεταφέρεται με τη συμβολή του RTP (Real Time Transport Protocol). Υποστηρίζει δύο μορφές εικόνας. Την CIF (Common Intermediate Format)³ με ανάλυση 352 x 288 pixels και την QCIF (Quarter common Intermediate Format) με ανάλυση 176 x 144 pixels.
- **H.262 Video Codec:** κωδικοποίηση video που απαιτεί μεγαλύτερο ελάχιστο εύρος ζώνης από 2Mbps έως 8Mbps (MPEG-2). Στοχεύει στη ψηφιακή αποθήκευση και την επικοινωνία. Απαιτεί μεγαλύτερο κόστος αλλά παρέχει υψηλότερη ποιότητα.
- **H.263 Video Codec:** παραλλαγή του H.261 για μεταφορά δεδομένων σε δίκτυα χαμηλού ρυθμού κίνησης στα 64 - 128 kbps. Χρησιμοποιεί την ίδια κωδικοποίηση με τον αποκωδικοποιητή H.261 (διακριτό μετασχηματισμό συνημίτονου) η οποία συνοδεύεται από εκτίμηση κίνησης και πρόβλεψη. Υποστηρίζει τις εξής μορφές εικόνας: sub-QCIF (128x96), QCIF (176x144), CIF (352x288), 4CIF (702x576) και 16CIF (1408x1152).

Πρότυπα κωδικοποίησης ήχου:

- **G.711:** είναι η βασική κωδικοποίηση ήχου και είναι υποχρεωτική στα περισσότερα συστήματα βιντεοδιάσκεψης. Χρησιμοποιείται και για μετάδοση fax πάνω από δίκτυα IP. Χρησιμοποιεί την κωδικοποίηση παλμικής διαμόρφωσης ώστε να παράγει ρυθμούς bit της τάξης των 56 και 64 kbps. Ορίζει δύο βασικούς αλγόριθμους συμπίεσης τον μ-law (χρησιμοποιείται από την Ιαπωνία και Νότιο Αμερική) και τον A-law (χρησιμοποιείται από την Ευρώπη και τον υπόλοιπο κόσμο).
- **G.722:** προσφέρει κωδικοποίηση φωνής ευρείας ζώνης έως 7 kHz με ρυθμούς bit των 48, 56 και των 64 kbps. Είναι αρκετά χρήσιμο και διαδεδομένο σε υπηρεσίες VoIP, και προσφέρει σημαντική βελτίωση της ποιότητας της φωνής σε σύγκριση με το G.711.
- **G.723:** - κωδικοποιητής φωνής διπλού ρυθμού (dual rate) για επικοινωνία πολυμέσων στα 5.3 και στα 6.3 kbps
- **G.729:** κωδικοποίηση φωνής στα 8 έως 12 kbps. Λόγω του μικρού εύρους ζώνης δεν ενδείκνυται για μετάδοση DTMF σημάτων, fax και υψηλής ποιότητας ήχου.

Πρότυπα ελέγχου και πολυπλεξίας:

- **H.221:** ορίζει τη δομή πλαισίου για οπτικοακουστική επικοινωνία σε κανάλι ISDN από 64 έως 1920 (ISDN-PRI) kbps (στο πρότυπο H.320). Το σήμα σε ένα πλαίσιο H.221 δομείται σε 80 οκτάδες (8 bits), με μετάδοση κάθε οκτάδας στα 125μs (8kHz). Με κάθε πλαίσιο να αποτελείται από 640 bit με ρυθμό μετάδοσης 10 ms, το συνολικό εύρος μετάδοσης είναι τα 64 kbps. Κάθε θέση bit λειτουργεί σαν ένα υπό-κανάλι των 8kbps. Το 8^ο bit σε κάθε οκτάδα παριστάνει το 8^ο υπό-κανάλι το οποίο ονομάζεται Service Channel (SC)⁴.
- **H.230:** προσφέρει έλεγχο πλαισίου και ένδειξη σηματοδosis για εξοπλισμό τηλεδιάσκεψης.
- **H.242:** σύστημα έναρξης επικοινωνίας ανάμεσα σε τερματικά για συστήματα τηλεδιάσκεψης H.320 για ρυθμούς έως 1920 kbps.
 - **H.243:** πρωτόκολλο επικοινωνίας ανάμεσα σε τρεις ή περισσότερες μονάδες τηλεδιάσκεψης για ρυθμούς μέχρι τα 1920 kbps.

³ Το πρότυπο CIF είναι ένα πρότυπο που χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της ευκρίνειας μέσω οριζόντιων και κάθετων εικονοστοιχείων Y Cb Cr

⁴ <http://www.c21video.com/h221.html> - H.221 Framing used in ISDN Conferences

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Αριστέιδης Στριγκλής

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

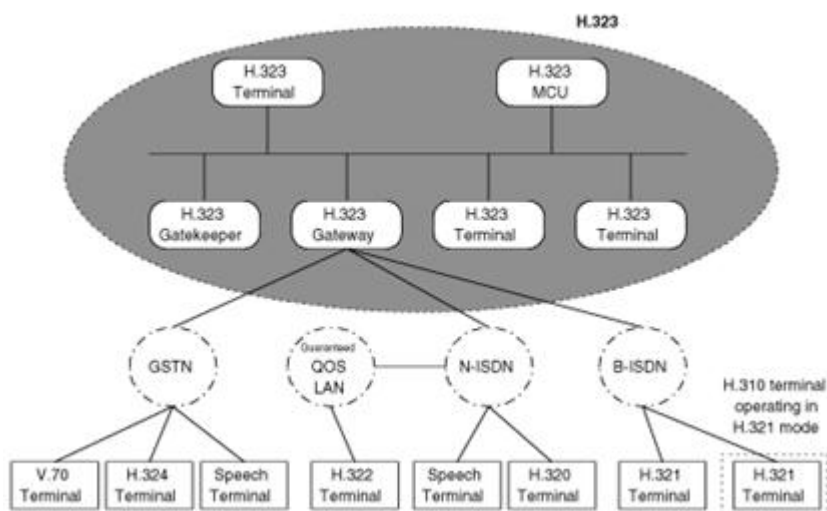
σαν αποτέλεσμα της ανταλλαγής δυνατοτήτων (capability exchange) των μερών που επικοινωνούν.

- Τα σήματα δεδομένων (data signals) περιέχουν στατικές εικόνες, fax, κείμενα και άλλα δεδομένα.
- Τα σήματα ελέγχου επικοινωνίας (Communication control) ανταλλάσσουν δεδομένα ελέγχου μεταξύ των μερών που επικοινωνούν και χρησιμοποιούνται για ανταλλαγή δυνατοτήτων (capability exchange) των τερματικών, για τη δημιουργία και τον τερματισμό των λογικών καναλιών (logical channels), mode control και για άλλες λειτουργίες οι οποίες είναι μέρη του ελέγχου επικοινωνίας.
- Το σήμα ελέγχου κλήσης χρησιμοποιείται για την έναρξη της κλήσης καθώς και για τον τερματισμό της.

Το πρότυπο H.323 είναι αρκετά σημαντικό γιατί μεγαλώνει το εύρος της διαλειτουργικότητας. Ορίζει πως η μόνη υποχρεωτική λειτουργία για ένα τερματικό H.323 είναι ο ήχος. Το βίντεο και τα data είναι προαιρετικά. Προσφέρει δυνατότητα επικοινωνίας βίντεο και δεδομένων από σημείο προς σημείο καθώς και βιντεοδιάσκεψη πολλαπλών σημείων. Υποστηρίζει διασύνδεση με άλλα τερματικά των προτύπων της H-series, όπως τερματικά GSTN ή ISDN, IP τηλεφωνία κτλ. Σχεδόν όλα τα λογισμικά (desktop ή διαδικτύου) υποστηρίζουν το πρότυπο H.323. Για τον λόγο αυτό είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο πρότυπο για τηλεφωνία VoIP. Ένα παράδειγμα δικτύου H.323 το οποίο περιλαμβάνει τα περισσότερα μέρη του περιγράφεται ως εξής:

- Τα τερματικά μπορεί να είναι από απλά τηλέφωνα μέχρι μονάδες υπολογιστικών συστημάτων με δυνατότητα πολυμέσων, IP τηλέφωνα ή άλλες συσκευές συμμορφωσιμες με το πρότυπο H.323. Ένα τερματικό επικοινωνεί σε πραγματικό χρόνο και αμφίδρομα με ένα άλλο τερματικό ή με μία πύλη διασύνδεσης (Gateway) ή με την Μονάδα ελέγχου πολλαπλών σημείων (MCU). Είναι συμβατά με τα τερματικά των προτύπων H.320 πάνω σε ISDN, H.321 του δικτύου B-ISDN, H.324 δικτύου PSTN και των ασύρματων δικτύων.
- Η Μονάδα ελέγχου πολλαπλών σημείων (MCU), προσφέρει τον έλεγχο για την πραγματοποίηση βιντεοδιάσκεψης πολλαπλών σημείων. Περιέχει ένα σύστημα ελέγχου πολλαπλών σημείων (MC) και έναν επεξεργαστή πολλαπλών σημείων (MP). Το σύστημα ελέγχου πολλαπλών σημείων μεταχειρίζεται τα πρωτόκολλα ελέγχου, δηλαδή διαχειρίζεται τις διαπραγματεύσεις του H.245 με σκοπό να επιτρέπει στα τερματικά να συνδέονται ή να εγκαταλείπουν τη τηλεδιάσκεψη. Έχει τη δυνατότητα καθορισμού των οπτικών και των ακουστικών ρευμάτων από unicast σε multicast ανάλογα με τις δυνατότητες του δικτύου και την τοπολογία των σημείων. Ο επεξεργαστής αναλαμβάνει τη μετατροπή, τη μίξη και την αποστολή των δεδομένων στα τερματικά. Κάθε τερματικό συνδέεται με την μονάδα ελέγχου πολλαπλών σημείων με μία σύνδεση από σημείο προς σημείο. Η MCU καθορίζει τις δυνατότητες κάθε τερματικού και αποστέλλει ένα ρεύμα μικτών μέσων.
- Η πύλη διασύνδεσης (Gateway), είναι προαιρετικό στοιχείο σε ένα δίκτυο H.323, η οποία κρίνεται απαραίτητη όταν απαιτείται επικοινωνία ανάμεσα σε διαφορετικά δίκτυα. Διασυνδέει διαφορετικά πρότυπα συνδιάσκεψης και εξασφαλίζει την μεταξύ τους διαλειτουργικότητα. Η πιο συνηθισμένη πύλη είναι μεταξύ H.320 και H.323, και επιτρέπει τη λειτουργία ανάμεσα στο δίκτυο ISDN και στο δίκτυο IP. Υποστηρίζει όμως και άλλες απολήξεις όπως H.310, H.321 και H.324. Η διασύνδεση επιτυγχάνεται με τη μετάφραση των πρωτοκόλλων για την εγκαθίδρυση και τον τερματισμό της κλήσης. Η μετάφραση γίνεται στο επίπεδο του call signaling Q.931 σε H.225 και του H.242 σε H.245. Στη συνέχεια παρέχει τη μετάφραση μεταξύ των αποκωδικοποιητών ήχου και εικόνας.
- Ο Gatekeeper παρέχει υπηρεσίες διευθυνσιοδότησης, εξουσιοδότησης και πιστοποίησης των τερματικών, των πυλών διασύνδεσης και των μονάδων ελέγχου κατά την πρόσβαση στο δίκτυο, καθώς και υπηρεσίες accounting και billing για τη χρέωση των υπηρεσιών. Επίσης αναλαμβάνει την μετάφραση των διευθύνσεων ανάμεσα σε συνδέσμους LAN και διευθύνσεις IP. Παρέχει σημαντική λειτουργία για την διαχείριση του εύρους ζώνης ορίζοντας τον αριθμό των ταυτόχρονων κλήσεων και τον αριθμό των συμμετεχόντων. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια μιας βιντεοδιάσκεψης μπορεί να αρνηθεί τη δημιουργία νέων συνδέσεων ώστε να μην επηρεαστεί η ποιότητα

της επικοινωνίας. Τέλος έχει τη δυνατότητα να δρομολογεί όλες τις κλήσεις που ξεκινούν ή καταλήγουν στη ζώνη του. Το πλεονέκτημα της λειτουργίας αυτής είναι η δρομολόγηση κλήσεων στις κατάλληλες πύλες ανάλογα με το διαθέσιμο εύρος ζώνης.



Σχήμα 3: Διαλειτουργικότητα δικτύου H.323⁶

1.3.1 Πρωτόκολλα κωδικοποίησης, ελέγχου και διαμοιρασμού

Το πρότυπο H.323 είναι μία ομπρέλα που περιλαμβάνει μία σειρά από πρωτόκολλα προκειμένου να υποστηρίξει επικοινωνία πολυμέσων σε πραγματικό χρόνο. Τα βασικά μέρη του προτύπου αναφέρονται στον πίνακα 1 με μία συνοπτική παρουσίαση κάποιων από αυτών.

Κωδικοποιητές ήχου	G.711 - κωδικοποίηση παλμικής διαμόρφωσης για συχνότητες φωνής
	G.722 - 7kHz κωδικοποίηση ήχου έως 64kbps
	G.723 - κωδικοποιητής φωνής διπλού ρυθμού (dual rate) για επικοινωνία πολυμέσων στα 5.3 και στα 6.3 kbps
	G.728 - κωδικοποίηση λόγου στα 16 kbps με χρήση κώδικα για την πρόβλεψη χαμηλής καθυστέρησης
	G.729 - κωδικοποίηση λόγου στα 8 kbps με χρήση γραμμικού αλγεβρικού κώδικα πρόγνωσης
Κωδικοποιητές βίντεο	H.261 – ο βασικός κωδικοποιητής video όπως και στο H.320
	H.263 – προαιρετικός κωδικοποιητής video. Χρησιμοποιείται ευρέως λόγω του χαμηλού ρυθμού μετάδοσης
Διαμοιρασμός δεδομένων	T.120 – ομπρέλα που περιέχει μία σειρά πρωτοκόλλων για διάσκεψη πολλαπλών σημείων, υποστήριξη multicast, διόρθωση λάθους, δυνατότητα συνλειτουργίας. Εμφανίστηκε στο πρότυπο H.320
Έλεγχος δεδομένων	H.245 – πρωτόκολλο ελέγχου για επικοινωνία πολυμέσων.
	H.225.0 – πρωτόκολλο σημάτων κλήσης και δημιουργία πακέτων για επικοινωνία πάνω σε δίκτυα μεταγωγής πακέτων

⁶ <http://www.packetizer.com/ipmc/h323/papers/primer/>

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Αριστέιδης Στριγκλής

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Αριστέιδης Στριγκλής

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Το πρωτόκολλο δεν χρησιμοποιεί δική του διευθυνσιοδότηση, αλλά λειτουργεί σύμφωνα με τη μέθοδο διευθυνσιοδότησης (E.164)⁷ που χρησιμοποιεί το βασικό πρωτόκολλο, όπως το W-CDMA, για να εντοπίσει τον καλούντα, και εν συνεχεία εγκαθίσταται η κλήση μεταξύ των δύο μερών.

1.5.1 Υπηρεσίες διόρθωσης σφαλμάτων και απόκρυψης

Το πρότυπο 3G-324M λειτουργεί σε ασύρματο περιβάλλον το οποίο παρουσιάζει υψηλό ρυθμό ροής σφαλμάτων κατά τη διάρκεια μίας συνδιάλεξης. Το πρωτόκολλο H.223 καθορίζει την πολυπλεξία μεταξύ της ροής bit, τον έλεγχο κλήσης και τα κανάλια ήχου, βίντεο και δεδομένων. Τα προβλήματα κατά τη διαδικασία της πολυπλεξίας μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

1. Σφάλματα σε bit τα οποία διασπούν την συμπλήρωση ψηφίων σύμφωνα με το πρότυπο HDLC
2. Αλλοίωση πλαισίων
3. Σφάλματα επικεφαλίδων στα πολυπλεχθέντα πακέτα
4. Σφάλματα ψηφίων στο ωφέλιμο φορτίο

Για την επίλυση των προβλημάτων αυτών, το τμήμα της ITU-T σχεδίασε μία ιεραρχική δομή του H.223 με πολλαπλά επίπεδα - επίπεδο 0, 1, 2 και 3 – προσφέροντας υψηλή ανθεκτικότητα σφαλμάτων.

Το επίπεδο 0 ή η βασική γραμμή του H.223, προσφέρει υποστήριξη για τον συγχρονισμό και τη συμπλήρωση ψηφίων. Επιτρέπει 16 διαφορετικά σχέδια πολυπλεξίας για τη συναρμολόγηση πακέτων πολυμέσων, ελέγχου και δεδομένων. Αυτά τα σχέδια πολυπλεξίας διαπραγματεύονται μεταξύ των τερματικών. Σε αυτό το επίπεδο η ικανότητα ανθεκτικότητας σφαλμάτων είναι περιορισμένη. Το HDLC ολοκληρώνει την πλαισίωση των πολυπλεχθέντων πακέτων, αλλά δεν είναι το πλέον κατάλληλο για μετάδοση με σφάλματα. Ο λόγος είναι ότι προσθέτει ένα συμπληρωματικό ψηφίο «0», μετά από κάθε πέντε συνεχόμενα ψηφία «1». Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής, ο αποκωδικοποιητής HDLC μπορεί να χάσει τον συγχρονισμό με τα δεδομένα εάν κάποιο σφάλμα αλλοιώσει τη μετάδοση και διασπάσει τη συμπλήρωση ψηφίων.

Το επίπεδο 1, ορίζεται στο παράρτημα A του H.223 και παρέχει ένα μηχανισμό συγχρονισμού που βελτιώνει σημαντικά τις επιδόσεις πάνω από κανάλια που είναι επιρρεπή σε σφάλματα. Το HDLC αντικαθίσταται από μία πιο δυναμική πλαισίωση. Η συμπλήρωση ψηφίων δεν χρησιμοποιείται πια και η ένδειξη (flag) έχει μεγαλύτερο μήκος.

Το επίπεδο 2, το οποίο ορίζεται στο παράρτημα B του H.223, προσθέτει ένα πακέτο επικεφαλίδας. Η πλαισίωση είναι η ίδια με το επίπεδο 1. Ο ρόλος της επικεφαλίδας είναι πολύ σημαντικός γιατί παρέχει πληροφορίες για το περιεχόμενο του πολυπλεχθέντος πακέτου.

Το επίπεδο 3, που ορίζεται στο παράρτημα C, ορίζει ένα δυναμικό σχήμα διανομής. Περιλαμβάνει τροποποίηση πολυπλεξίας και επίπεδα προσαρμογής, διόρθωση σφαλμάτων (forward error correction) και τεχνικές αναμετάδοσης.

Το πρότυπο 3G-324M ορίζει στα δύο πρώτα παραρτήματα ότι η ανθεκτικότητα σφαλμάτων είναι καθοριστικής σημασίας για τη διαχείριση του ρυθμού ροής των σφαλμάτων. Από την άλλη οι αποκωδικοποιητές AMR και MPEG-4 διαθέτουν εργαλεία που ελαχιστοποιούν την αλλοίωση της ποιότητας από σφάλματα. Η μεγαλύτερη πρόκληση κατά τη μετάδοση βιντεοκλήσης στο δίκτυο της κινητής τηλεφωνίας είναι το βίντεο, καθώς το συμπιεσμένο βίντεο είναι πολύ ευαίσθητο στην ύπαρξη σφαλμάτων.

⁷ Το E.164 είναι μία προδιαγραφή της ITU-T και αρχικά προσδιορίζει ένα διεθνές πλάνο διευθυνσιοδότησης κυρίως στο PSTN δίκτυο. Επίσης προσδιορίζει και τη μορφή των τηλεφωνικών αριθμών. Τα E.164 νούμερα μπορούν να έχουν μέχρι 15 ψηφία με το πρόθεμα + μπροστά. Για την κλήση τέτοιων αριθμών είναι απαραίτητη και η χρήση του προθέματος διεθνών κλήσεων (+30). Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε και από το δίκτυο της κινητής τηλεφωνίας. Αμφίδρομες υπηρεσίες video πάνω από το δίκτυο 3G

1.5.2 Το πρωτόκολλο πολύπλεξης/απόπλεξης H.223

Όπως είδαμε παραπάνω το H.223 είναι ένα πρωτόκολλο πολύπλεξης πακέτων για επικοινωνία με χαμηλό ρυθμό μετάδοσης. Επιτρέπει οποιοδήποτε συνδυασμό φωνής/ήχου και ψηφιακού βίντεο ή εικόνας καθώς και δεδομένων πληροφορίας σε μία ζεύξη. Παρέχει μικρή καθυστέρηση και χαμηλό κόστος πόρων χρησιμοποιώντας τη μέθοδο τεμαχισμού και επανασυναρμολόγησης πακέτων συνδυάζοντας τη πληροφορία από διαφορετικά λογικά κανάλια σε ένα πακέτο.

Πάνω στο αρχικό πρωτόκολλο έχουν γίνει διάφορες προσαρτήσεις (ANNEXES) για την διαμόρφωσή του ώστε να υποστηρίξει το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας.

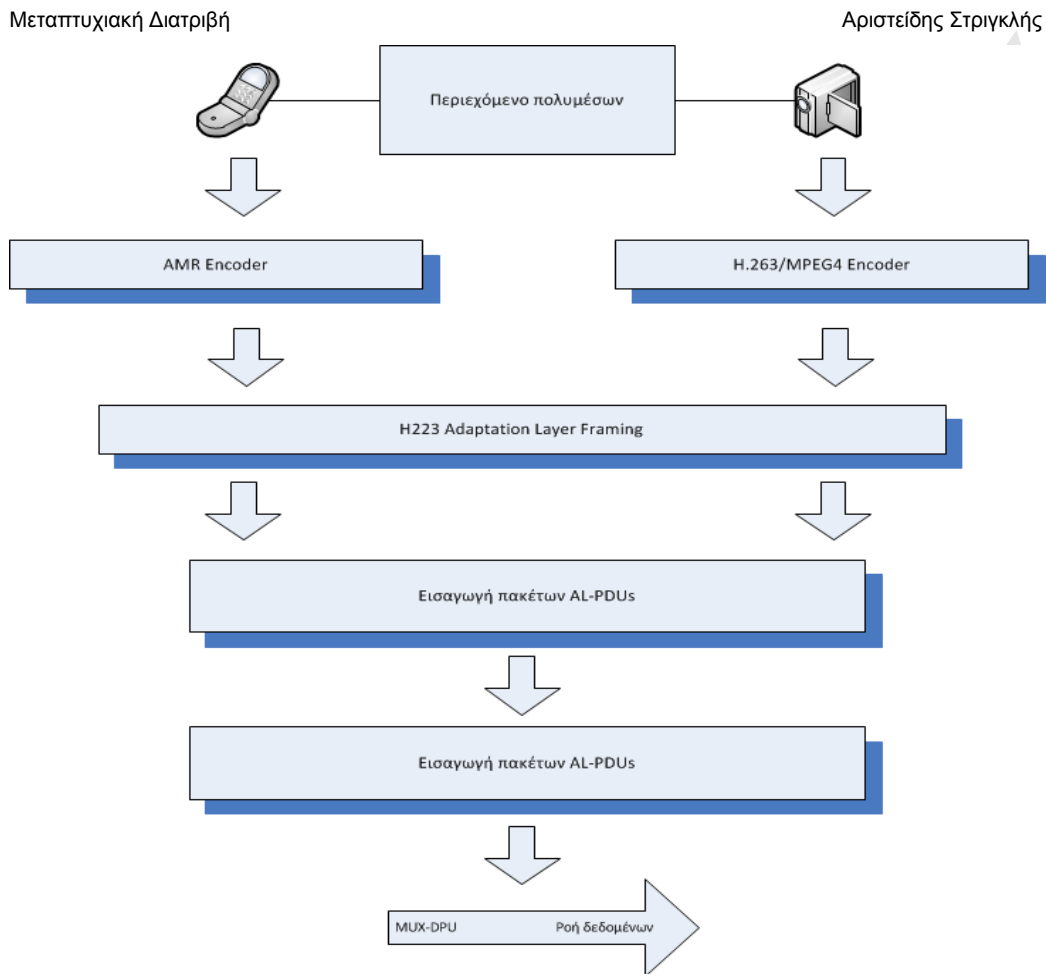
Το παράρτημα A τροποποιεί το σχήμα πολύπλεξης/απόπλεξης των πλαισίων PDU (MUX-PDU), όπου στη βασική του μορφή διαχωρίζεται από έναν δείκτη των 16 bit. Το παράρτημα B καθορίζει τη χρήση της βασικής μορφής του παραρτήματος A, συμπεριλαμβανομένου ενός δείκτη σε περίπτωση που ο πομπός δεν έχει τίποτα προς μετάδοση. Το παράρτημα C διαπραγματεύεται με τη λειτουργικότητα του πρωτοκόλλου με τις τηλεφωνικές συσκευές πολυμέσων και αλλάζει τόσο το επίπεδο πολύπλεξης/απόπλεξης όσο και το επίπεδο προσαρμογής καθώς προσθέτει επιλογές για ανίχνευση και διόρθωση σφαλμάτων, ακολουθία αριθμοδότησης, αυτόματη επανάληψη αιτημάτων και δυνατότητες επαναμετάδοσης.

Το παράρτημα D περιγράφει τη λειτουργία του 3G-324M με δίκτυα ISDN για ρυθμούς μετάδοσης από 56kbrps έως 1920kbrps.

Το πρωτόκολλο H.223 ενεργοποιείται, όταν εγκαθιδρύεται μια συνομιλία σε ένα κανάλι μεταγωγής μεταξύ των δύο μερών που θέλουν να επικοινωνήσουν. Η σουίτα 3G-324M ξεκινά τη διαδικασία συγχρονισμού για τη μέθοδο πολύπλεξης μεταξύ των ομιλούντων μερών για την εγκαθίδρυση ελέγχου κλήσης (H.245) όταν ανοίγει το πρώτο λογικό κανάλι (κανάλι 0).

Ο πολυπλέκτης H.223 περιέχει ένα επίπεδο πολυπλεξίας το οποίο πολυπλέκει τα λογικά κανάλια (logical channels) βίντεο, ήχου, δεδομένων και ελέγχου σε ένα μόνο ρεύμα, και ένα επίπεδο προσαρμογής που προσφέρει αρίθμηση σε ακολουθία και εντοπισμό λάθους και δυνατότητα διόρθωσης του.

Το επίπεδο πολυπλεξίας πολυπλέκει την πληροφορία των καναλιών σε πακέτα που ονομάζονται MUX-PDU, με βάση τους κανόνες που αντάλλαξαν τα δύο μέρη κατά την εγκατάσταση της επικοινωνίας, ακολουθούμενο από μία σημαία HDLC (High-Level Data Link Control). Οι κανόνες αυτοί περιγράφονται σε έναν πίνακα, τον multiplex table. Ο πίνακας μπορεί να περιέχει μέχρι 16 εγγραφές και κάθε εγγραφή ονομάζεται περιγραφή πολυπλεξίας (multiplex descriptor). Η μορφή που μπορεί να έχει μία περιγραφή είναι της μορφής {LCN#, RC# / RC UCF}. Το πρώτο στοιχείο LCN (Logical Channel Number), προσδιορίζει την πηγή της πληροφορίας και το δεύτερο στοιχείο RC (Repeat Count) προσδιορίζει το μέγεθος του data slot. Για παράδειγμα το {LCN1, RC UCF} σημαίνει ότι τα bytes από το λογικό κανάλι 1 πρέπει να πολυπλεχθούν μέχρι το τέλος του πακέτου ενώ το {LCN2, RC25} σημαίνει ότι στο πακέτο πρέπει να πολυπλεχθούν 25 bytes από το κανάλι 2.



Σχήμα 6: μηχανισμός πολύπλεξης του προτύπου H.223

1.5.3 Επίπεδα προσαρμογής του 3G-324M

Κάτω από την ομπρέλα του 3G-324M προσδιορίζονται τρεις τύποι επιπέδων προσαρμογής ανάλογα με τον τύπο πολυμέσου (βίντεο, φωνή, data).

Το επίπεδο προσαρμογής 1 (Adaptation Layer 1) σχεδιάστηκε για τη μετάδοση πληροφορίας δεδομένων ή ελέγχου. Παρέχει τον απαραίτητο έλεγχο σφαλμάτων συμπεριλαμβανομένης μίας διαδικασίας αναμετάδοσης. Τυπικά χρησιμοποιείται για τη μετάδοση δεδομένων χρήστη και μηνυμάτων ελέγχου του H.245.

Το επίπεδο προσαρμογής 2 (AL2), σχεδιάστηκε για την μεταφορά ψηφιακού ήχου. Παρέχει έναν κυκλικό έλεγχο πλεονασμού 8 bit για τον εντοπισμό σφαλμάτων. Επίσης υποστηρίζει προαιρετικά ακολουθία αρίθμησης για την ανίχνευση απωλειών. Έχει τη δυνατότητα να χειρίζεται τα μεταβλητού μήκους SDUs (service data units) των επιπέδων προσαρμογής.

Το επίπεδο προσαρμογής 3 (AL3), αναλαμβάνει τη μετάδοση ψηφιακού βίντεο. Περιλαμβάνει κυκλικό έλεγχο πλεονασμού 16 bit για τον εντοπισμό λαθών και ακολουθία αρίθμησης η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση πακέτων PDUs που λείπουν.

1.5.4 Το πρότυπο H.245

Το πρότυπο H.245 είναι το βασικό πρωτόκολλο ελέγχου για την επικοινωνία πολυμέσων. Όπως είδαμε χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από το πρότυπο H.323. Σχεδιάστηκε για συστήματα διασκέψεων και ελέγχει την έναρξη, διαχείριση και τερματισμό των λογικών καναλιών.

Στο H.245 υπάρχουν δύο τύποι καναλιών:

- Το κανάλι ελέγχου (Control Channel) το οποίο ονομάζεται και κανάλι H.245. Μέσω του καναλιού αυτού γίνεται αμφίδρομη μετάδοση μηνυμάτων για τον έλεγχο της εγκαθίδρυσης των λογικών καναλιών καθώς και για τον τερματισμό τους. Το κανάλι αυτό είναι ένα αξιόπιστο κανάλι, όπως το αξιόπιστο TCP. Κατά τη διαδικασία εγκατάστασης της κλήσης τα δύο άκρα της επικοινωνίας χρησιμοποιούν μηνύματα Setup και Connect για να ανταλλάξουν τη θύρα στην οποία μπορούν να μιλήσουν. Κάθε κλήση μπορεί να έχει μόνο ένα κανάλι ελέγχου, το οποίο απελευθερώνεται μετά την ολοκλήρωσή της.
- Τα κανάλια επικοινωνίας. Στο πρότυπο περιγράφονται ως λογικά κανάλια (Logical Channels), τα οποία χρησιμοποιούνται για να μεταδώσουν τη πληροφορία (βίντεο και φωνή). Επιτρέπεται η ύπαρξη περισσότερων των δύο καναλιών μεταξύ δύο ή περισσότερων τερματικών, τα οποία «ανοίγουν» και απελευθερώνονται ανάλογα με τις ανάγκες. Όταν εγκαθίσταται ένα λογικό κανάλι, παίρνει έναν αναγνωριστικό αριθμό. Το κανάλι ελέγχου μπορεί να χαρακτηριστεί σαν ένα ειδικό μόνιμο σε όλη τη διάρκεια της κλήσης κανάλι, με τον αριθμό 0. Στο πρότυπο H.323 τα περισσότερα λογικά κανάλια είναι μονής κατεύθυνσης, ειδικά σε κλήσεις διασκέψεων. Το πρωτόκολλο δεδομένων T.120 αλλά και οι τηλεφωνικές επικοινωνίες point-to-point απαιτούν αμφίδρομα κανάλια που αποτελούνται από ζεύγη μονόδρομων καναλιών καταλαμβάνοντας συνολικά δύο λογικά κανάλια.

Το H.245 χρησιμοποιεί τη διαδικασία OpenLogicalChannel για την εγκαθίδρυση και τερματισμό των καναλιών, υποστηρίζοντας εγκαθίδρυση μονόδρομων και αμφίδρομων καναλιών. Όπως είδαμε το κανάλι ελέγχου είναι αξιόπιστο κανάλι, αλλά τα λογικά κανάλια επικοινωνίας είναι μη-αξιόπιστα κανάλια όπως τα UDP. Ο αριθμός των θυρών κατανέμεται δυναμικά.

Η εγκαθίδρυση των καναλιών σημαίνει ότι και τα δύο μέρη χρησιμοποιούν μηνύματα OLC (OpenLogicalChannel) και OLCA (Open Logical Channel Ack) για την διαπίστωση της κατανομής των θυρών. Κάθε κανάλι χρησιμοποιεί συγκεκριμένους αλγόριθμους και εύρος ζώνης για τη μετάδοση και τη λήψη δεδομένων. Τα δύο μέρη διαπραγματεύονται αυτές τις παραμέτρους πριν την εγκαθίδρυση, διαδικασία η οποία ονομάζεται ανταλλαγή δυνατοτήτων (Transfer capabilities).

Η διαδικασία ανταλλαγής δυνατοτήτων (capability exchange) εξασφαλίζει ότι τα πολυμεσικά σήματα που μεταδίδονται μπορούν να ληφθούν και να διαχειριστούν σωστά από τον δέκτη. Αυτό σημαίνει ότι οι δυνατότητες λήψης και κωδικοποίησης των δεδομένων είναι γνωστές και στα δύο τερματικά. Ένα τερματικό δεν υποχρεούται να καταλαβαίνει και να υποστηρίζει όλα τα capabilities σήματα. Αυτά που δεν καταλαβαίνει ή δεν υποστηρίζει τα αγνοεί. Τις δυνατότητες ενός τερματικού να δέχεται και να κωδικοποιεί τα σήματα, τις γνωστοποιεί στο άλλο με τη μετάδοση των δυνατοτήτων του μέσω της διαδικασίας Capability set.

Η δυνατότητα λήψης (Receive Capability) περιγράφει την ικανότητα ενός τερματικού να λαμβάνει και να επεξεργάζεται τα εισερχόμενα ρεύματα πληροφορίας. Ο μεταδότης/πομπός τότε θα περιορίσει το περιεχόμενο της πληροφορίας που μεταδίδει στις δυνατότητες του δέκτη. Η απουσία μηνύματος δυνατότητας λήψης σημαίνει ότι ο δέκτης δεν μπορεί να λάβει.

Η δυνατότητα μετάδοσης (Transfer Capability) περιγράφει την ικανότητα του τερματικού για τη μετάδοση της πληροφορίας και δίνει τη δυνατότητα στον λήπτη να επιλέξει τη λειτουργία την οποία προτιμά.

Ένα τερματικό μπορεί να χρησιμοποιήσει τη διαδικασία ανταλλαγής δυνατοτήτων για παραπάνω από ένα ρεύμα μετάδοσης ταυτόχρονα. Για παράδειγμα, ενημερώνει ότι έχει τη δυνατότητα να λάβει δύο ξεχωριστά ρεύματα βίντεο με κωδικοποίηση H.263 και δύο ξεχωριστά ρεύματα φωνής με κωδικοποίηση G.723.1. Επίσης μπορεί να ενημερώσει ότι μπορεί να κωδικοποιήσει υψηλότερης ανάλυσης βίντεο όταν χρησιμοποιεί πιο απλό αλγόριθμο για τον ήχο.

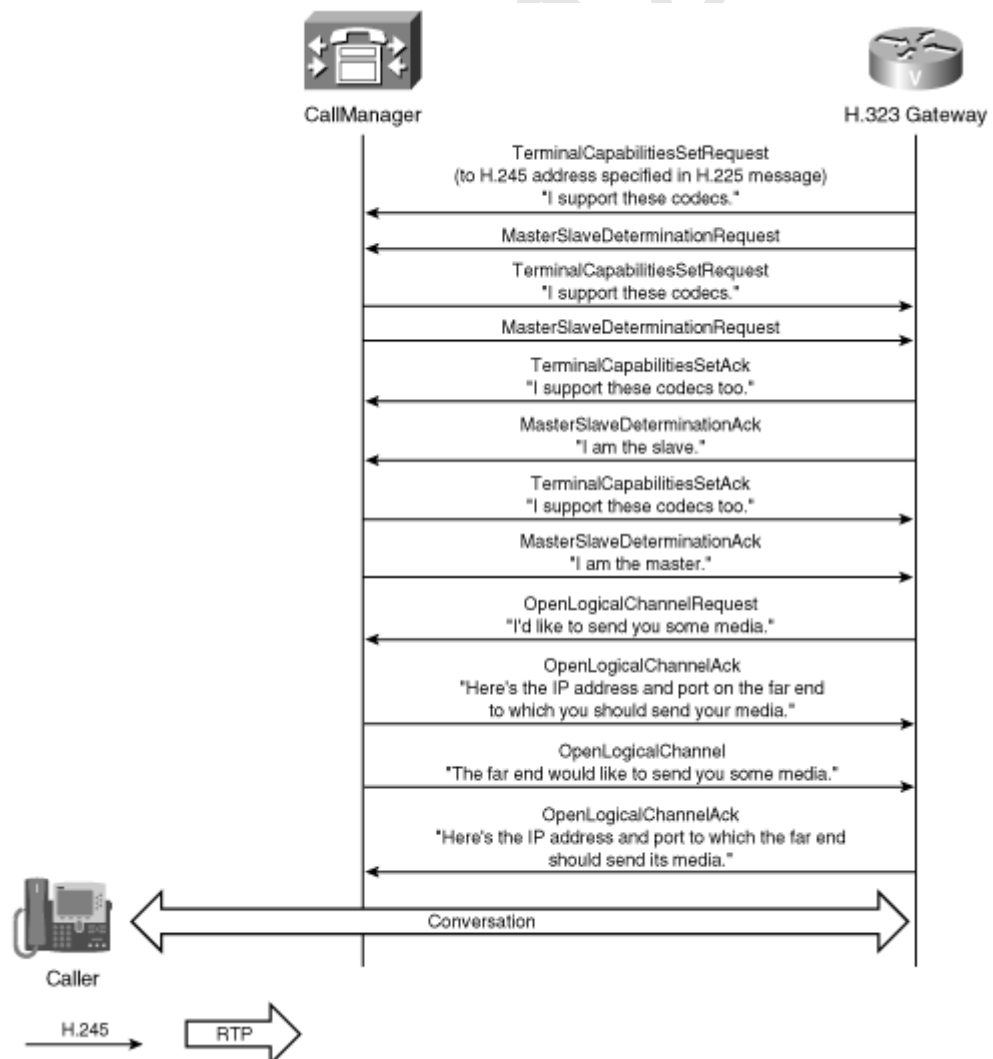
Για το άνοιγμα και κλείσιμο των λογικών καναλιών χρησιμοποιείται ένα πρωτόκολλο αναγνώρισης. Ο σκοπός αυτής της διαδικασίας είναι να σιγουρευτεί ότι ένα τερματικό μπορεί να

λάβει και να κωδικοποιήσει τα δεδομένα που θα μεταδοθούν σε ένα κανάλι τη στιγμή που ανοίγει το κανάλι και όχι τη στιγμή που μεταδίδεται το πρώτο δεδομένο, και πως ο δέκτης είναι έτοιμος να λάβει και να διαχειριστεί τα δεδομένα.

Για να αποφύγει συγκρούσεις που μπορεί να συμβούν όταν τα τερματικά εκτελούν τις ίδιες λειτουργίες ταυτόχρονα, το ένα τερματικό ορίζεται ως κύριο (master) και το άλλο ως δευτερεύον (slave).

Ένα λογικό κανάλι ανοίγει και κλείνει από τον μεταδότη. Ορίζεται και μηχανισμός που επιτρέπει στον δέκτη να ζητήσει το κλείσιμο ενός εισερχόμενου καναλιού μεταδίδοντας ένα σχετικό αίτημα. Ο πομπός έχει την επιλογή να δεχτεί ή να απορρίψει το αίτημα. Ο δέκτης μπορεί μόνο να ζητήσει τον τερματισμό ενός καναλιού αλλά το κλείσιμο του καναλιού γίνεται μόνο από τον πομπό.

Το σχήμα 7 περιγράφει τη διαδικασία ανταλλαγής μηνυμάτων του προτύπου H.245. Κάθε ένα από αυτά χρησιμοποιεί τέσσερις τύπους μηνυμάτων: αίτηση (request), απάντηση (response), εντολή (command) και ένδειξη (indication). Τα μηνύματα αίτησης έχουν ως αποτέλεσμα μία ενέργεια και μία απάντηση, τα μηνύματα εντολής έχουν ως αποτέλεσμα μία ενέργεια χωρίς απάντηση και τα μηνύματα ένδειξης δεν επιφέρουν καμία ενέργεια ή απάντηση.



Σχήμα 7: Ανταλλαγή δυνατοτήτων στο H.245

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Αριστέιδης Στριγκλής

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Ο H.263 έχει αρκετά καλή ανεκτικότητα σε σφάλματα τα οποία περνάνε από το πρότυπο H.223, και έχει την ικανότητα να αποφασίζει αν θα πετάξει ολόκληρο το πακέτο ή θα ξεκινήσει επανασυγχρονισμό. Στην ουσία κάνει απόκρυψη σφαλμάτων. Η απόκρυψη έχει ως στόχο να κρύψει τα οπτικά αντικείμενα και τα σφάλματα που υπάρχουν στην εικόνα. Για να τα καταφέρει χρησιμοποιεί την τεχνική της εκτίμησης.

- **Κωδικοποιητής MPEG-4**

Η ομπρέλα 3G-324M ορίζει πως όταν υποστηρίζεται από τα τερματικά κωδικοποίηση MPEG-4, αναφέρεται στον MPEG-4 visual codec ή MPEG-4 Part 2, το οποίο είναι ένα πρότυπο συμπίεσης με διακριτό μετασχηματισμό συνημίτονου, όπως τα MPEG-1 και MPEG-2.

Ο MPEG-4 Part 2 είναι συμβατός με τον H.263 codec με την έννοια ότι μπορεί εύκολα να κωδικοποιήσει μία ροή H.263. Αποτελείται από δύο επίπεδα, το video object layer που παρέχει πλήρη λειτουργικότητα MPEG-4 και το video object layer μειωμένης λειτουργικότητας το οποίο είναι συμβατό με τον H.263.

Για να μπορέσει να αντεπεξέλθει στις διάφορες εφαρμογές, που κυμαίνονται από χαμηλή ποιότητα και χαμηλή ανάλυση μέχρι υψηλή ανάλυση τηλεοπτικών εκπομπών και dvd, το πρότυπο είναι οργανωμένο σε προφίλ τα οποία χωρίζονται σε επίπεδα. Έχει 21 προφίλ με τα πιο σημαντικά να είναι το Simple, Advanced Simple, Main, Core, Advanced Coding Efficiency και Advanced Real Time Simple. Το Simple χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που έχουμε χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης και χαμηλή ανάλυση.

Το πρότυπο MPEG-4 έχει μία καινοτομία, δεν χρησιμοποιούνται πλέον ολόκληρα πλαίσια αλλά συγκεκριμένα αντικείμενα πολυμέσων (media objects). Περνάει στην περιγραφή της χωρικής και χρονικής συσχέτισης των ιδιοτήτων των αντικειμένων. Αυτή η αντικειμενοστρεφής λογική που υιοθετεί επιτρέπει την αλληλεπίδραση με τα οπτικοακουστικά αντικείμενα τα οποία ορίζουμε σε μία ακολουθία βίντεο. Παρέχει δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και σύνθεσης δεδομένων και αντικειμένων, κάτι που με την κωδικοποίηση σε πλαίσια ήταν αδύνατο. Η λογική κωδικοποίησης αντικειμένων βοηθά και στην καλύτερη αντιμετώπιση λαθών, καθώς υπάρχει δυνατότητα προστασίας των σημαντικών αντικειμένων έναντι άλλων πιο ασήμαντων. Επίσης παρέχει βαθμωτή κωδικοποίηση με διαφορετικές αναλύσεις για διαφορετικότητα με άλλα δίκτυα διαφορετικών ρυθμών μετάδοσης, και μετάδοση και επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο.

Μία ακολουθία βίντεο μπορεί να προσδιοριστεί ως μία ακολουθία συναφών εικόνων, διαχωρισμένων στο χρόνο. Κάθε εικόνα θεωρείται ότι αποτελείται από στιγμιότυπα αντικειμένων τα οποία υφίστανται διάφορες αλλαγές όπως διακυμάνσεις στο μέγεθος, στη φωτεινότητα και στο χρώμα, κλιμάκωση κτλ. Καινούρια αντικείμενα μπορεί να εισαχθούν στη σκηνή ή να διασπαστούν. Πολλές εφαρμογές που υποστηρίζουν το MPEG-4 απαιτούν πρόσβαση μόνο σε ένα αντικείμενο και όχι σε όλη την ακολουθία βίντεο.

Η ανεκτικότητα στο λάθος επιτυγχάνεται μέσω του επανασυγχρονισμού (resynchronization), της ευθυγράμμισης ψηφίων και του διαχωρισμού δεδομένων, και είναι απαραίτητη όταν γίνεται μετάδοση σε πραγματικό χρόνο δικτυακά και σε ασύρματα δίκτυα επειδή η απώλεια ενός πακέτου μπορεί να οδηγήσει στη μη αποκωδικοποίηση ενός ολόκληρου πλαισίου, με αποτέλεσμα την αλλοίωση και των επόμενων πλαισίων.

Ο επανασυγχρονισμός επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση σημάτων (markers) μέσα σε μία ροή σε σχεδόν σταθερές αποστάσεις. Το σημάδι αυτό είναι ένας μοναδικός κωδικός μεγέθους 17 bit, που δεν μπορεί να προκύψει από κάποιον έγκυρο συνδυασμό VLC codeword. Προκειμένου να γίνει η ανάκτηση από λάθη χρησιμοποιείται μία επικεφαλίδα video packet που σε συνδυασμό με τον marker επανασυγχρονισμού, περιέχει τον αύξοντα αριθμό του macroblock, τον βαθμό κβαντοποίησης και μία επικεφαλίδα επέκτασης. Συνήθως, το σημάδι επανασυγχρονισμού τοποθετείται πριν από σημαντικά αντικείμενα όπως ένα πρόσωπο, ώστε να έχουμε βέλτιστη ανεκτικότητα λάθους με χαμηλή αύξηση κατανάλωσης πόρων.

Η ευθυγράμμιση ψηφίων επιτυγχάνεται μέσω bit-stuffing δίνοντας επιπλέον δυνατότητα ανίχνευσης λάθους μέσω του ελέγχου παραβίασης.

Ο διαχωρισμός δεδομένων, διαχωρίζει τα δεδομένα κίνησης και τα texture δεδομένα όλων των macroblocks που ανήκουν σε ένα video packet, τοποθετώντας μπροστά τα δεδομένα κίνησης ακολουθούμενα από μία ένδειξη motion και τα texture data.

Αμφίδρομες υπηρεσίες video πάνω από το δίκτυο 3G

1.5.6 Το κανάλι ήχου - Adaptive Multi-Rate (AMR) audio codec

Το πρότυπο 3G-324M ορίζει τον αποκωδικοποιητή Adaptive Multi-Rate ως υποχρεωτικό. Υποστηρίζει επίσης τη χρήση του G.723.1 που χρησιμοποιούν πολλά τερματικά H.323.

Ο AMR codec υιοθετήθηκε από τον 3GPP τον Οκτώβριο του 1996 για τα δίκτυα GSM και UMTS. Χρησιμοποιεί προσαρμογή σύνδεσης (link adaptation)⁸ για να επιλέξει ένα από τα οκτώ διαφορετικά bit rates βασισμένο σε συνθήκες σύνδεσης. Ο AMR προσδιορίζει δυναμικά το σύνολο των bit της φωνής, προφέροντας τη καλύτερη δυνατή ποιότητα σε συνθήκες ραδιοσημάτων. Ενισχύει σημαντικά την αποτελεσματικότητα της εναλλαγής συχνοτήτων (frequency hopping) και αυστηρότερων προτύπων επαναχρησιμοποίησης, επιτρέποντας ένα μεγαλύτερο ποσοστό ραδιοφωνικών καναλιών να είναι σε χρήση ταυτοχρόνως, με αποτέλεσμα την πρόσθετη αύξηση της χωρητικότητας κατά 150%.

Ο AMR περιέχει οκτώ κωδικοποιητές περιορισμένου εύρους, από τους οποίους οι οκτώ είναι full rate channel και οι έξι half rate channel με ρυθμό κωδικοποίησης μεταξύ 4.75 και 12.2 kbps.

Κωδικοποιητές	Ρυθμός μετάδοσης (kbps)	Κανάλι	Συμβατότητα
AMR_12.20	12.20	FR	ETSI GSM full rate
AMR_10.20	10.20	FR	
AMR_7.95	7.95	FR/HR	
AMR_7.40	7.40	FR/HR	TDMA full rate
AMR_6.70	6.70	FR/HR	
AMR_5.90	5.90	FR/HR	
AMR_5.15	5.15	FR/HR	
AMR_4.75	4.75	FR/HR	

Πίνακας 2: ρυθμός μετάδοσης κωδικοποίησης AMR

Το σχήμα 7 περιγράφει τη λειτουργία του AMR codec. Ο κωδικοποιητής φωνής δέχεται σήματα PCM 13 bit από ένα τερματικό GSM ή 8 bit από το δίκτυο PSTN. Η φωνή κωδικοποιημένη χωρίζεται σε πλαίσια και αποστέλλεται στο δίκτυο. Στη πλευρά του δέκτη γίνεται ακριβώς το αντίστροφο. Τα πλαίσια είναι διάρκειας 20ms στη συχνότητα των 8kHz, δηλαδή περιέχουν 160 δείγματα και υποστηρίζονται διάφορες τεχνικές όπως comfort noise (CN)⁹ και ανίχνευση φωνητικής δραστηριότητας που απαιτούνται σε μη συνεχή μετάδοση (DTX). Η χρήση του DTX παρέχει πολλά οφέλη στο κυψελοειδές GSM δίκτυο, όπως η παράταση της ζωής της μπαταρίας ενός τερματικού GSM και η αποδοτικότερη αξιοποίηση του ασύρματου φάσματος.

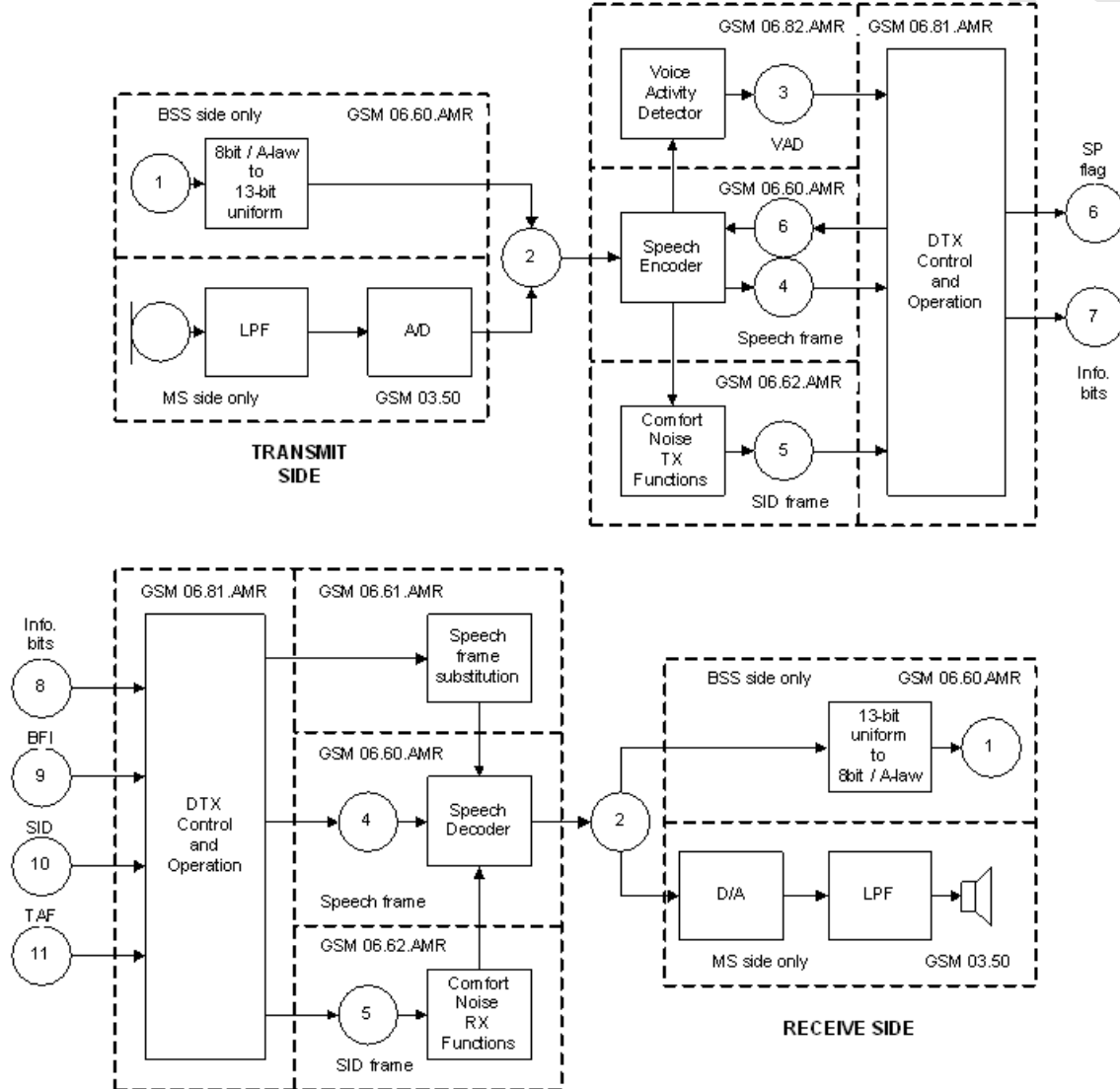
Επιπλέον υποστηρίζει τεχνικές εντοπισμού λαθών σε επίπεδο bit και διόρθωσής τους, καθώς και μηχανισμό προστασίας. Ένα πλαίσιο χαρακτηρίζεται προβληματικό όταν εντοπίζονται λάθη μόνο σε ευαίσθητα bit τα οποία επηρεάζουν την ανθρώπινη ακουστική αντίληψη. Κάθε χαμένο πλαίσιο αντικαθίσταται από ένα άλλο που δημιουργείται μέσω πρόγνωσης, βασισμένης στη πληροφορία προηγούμενων πακέτων. Στην περίπτωση που έχουμε απώλειες πολλών πλαισίων χρησιμοποιείται η τεχνική της σιγής.

⁸ Ο όρος link adaptation χρησιμοποιείται στις ασύρματες επικοινωνίες και υποδηλώνει τη διαμόρφωση, κωδικοποίηση και άλλες παραμέτρους του σήματος και του πρωτοκόλλου με βάση τις συνθήκες που επικρατούν στις ραδιοσυνδέσεις.

⁹ Ο όρος comfort noise ή comfort tone, υποδηλώνει ένα τεχνητό θόρυβο ή τόνο που χρησιμοποιείται στις ασύρματες επικοινωνίες για να σπάσει τα κενά διαστήματα που προκύπτουν από την ανίχνευση φωνητικής δραστηριότητας (voice activity detection).

Αμφίδρομες υπηρεσίες video πάνω από το δίκτυο 3G

Η χρήση του AMR απαιτεί αξιόπιστη σύνδεση προσαρμογής που επιλέγει τη βέλτιστη λειτουργία του κωδικοποιητή για την κάλυψη των τοπικών καναλιών με βάση και τις απαιτήσεις της χωρητικότητας. Εάν οι συνθήκες είναι κακές μειώνεται η κωδικοποίηση στην πηγή και αυξάνεται στα κανάλια. Αυτό βελτιώνει την ποιότητα της σύνδεσης με το δίκτυο, θυσιάζοντας σε επιτρεπτά όρια την ποιότητα της φωνής. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η βελτίωση κυμαίνεται περίπου σε $S/N = 4-6$ dB για τη χρήσιμη επικοινωνία.



Σχήμα 9: Περιγραφή λειτουργίας AMR¹⁰

Η πέμπτη επανέκδοση του προτύπου ορίζει και έναν προηγμένο AMR που ονομάζεται AMR-WB (WideBand) και προσφέρει καλύτερη ποιότητα φωνής καθώς χρησιμοποιεί διπλάσιο ρυθμό δειγματοληψίας και λειτουργεί σε ρυθμούς που φθάνουν μέχρι τα 23.85 kbps. Λειτουργεί όπως το AMR με εννέα bit rates. Ο χαμηλότερος ρυθμός δειγματοληψίας που παρέχει εξαιρετική ποιότητα φωνής σε καθαρές συνθήκες περιβάλλοντος είναι τα 12.65kbps. Τα υψηλότερα bit rates είναι πολύ χρήσιμα για υπόβαθρο θορύβου και για μουσική. Σε σύγκριση με

¹⁰ **3GPP TS 26.071 v10.0.0 (2011-03) Technical Specification:** 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Mandatory speech CODEC speech processing functions; AMR speech CODEC; General description (Release 10).
Αμφίδρομες υπηρεσίες video πάνω από το δίκτυο 3G

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Αριστέιδης Στριγκλής

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Η πύλη διασύνδεσης μετατρέπει τα οπτικά και ηχητικά σήματα του δικτύου 3G στη μορφή του δικτύου IP. Στο δίκτυο IP η πληροφορία βίντεο μεταφέρεται από τρία διαφορετικά ρεύματα πακέτων UDP. Η συμπιεσμένη πληροφορία βίντεο και ήχου, ενθυλακώνεται σε ένα ρεύμα RTP το οποίο πλαισιώνεται σε ένα UDP πακέτο.

Μία πύλη διασύνδεσης 3G-324M βίντεο προς το δίκτυο IP μπορεί να υποστηρίξει πολλές υπηρεσίες:

- Διάσκεψη βίντεο μεταξύ ενός χρήστη κινητής τηλεφωνίας και ενός χρήστη IP. Το βίντεο και ο ήχος μεταφέρονται αμφίδρομα.
- Video messaging: ροή μηνυμάτων βίντεο και clips, τα οποία αποθηκεύονται σε έναν διακομιστή, προς τον χρήστη κινητής τηλεφωνίας και αντίστροφα.
- Videoconferencing: η υπηρεσία αυτή συνδυάζει πολλά ρεύματα πληροφορίας βίντεο και επιτρέπει συνδιάλεξη πολλαπλών σημείων. Κάποια από τα σημεία αυτά μπορεί να είναι κάτω από το δίκτυο της κινητής τηλεφωνίας, ενώ κάποια άλλα στο δίκτυο IP.
- Video surveillance: η πύλη δίνει την δυνατότητα σε χρήστες να στέλνουν απευθείας το βίντεο που συλλαμβάνουν μέσω ενός τερματικού 3G-324M στο δίκτυο IP. Η μεταφορά γίνεται με αμφίδρομη επικοινωνία.

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Αριστέιδης Στριγκλής

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ISDN Modem: Ο Asterisk server επικοινωνεί με το δίκτυο μέσω ISDN BRI γραμμής, με την εγκατάσταση μίας ISDN PCI Card (Beronet) και τη χρήση των mISDN drivers.

SIP: Τα SIP client είναι εφαρμογές που επιτρέπουν την επικοινωνία μέσω VoIP, των προσωπικών υπολογιστών με τον asterisk server, επιτρέποντας έτσι και την δυνατότητα μέτρησης της ποιότητας της υπηρεσίας.

3G mobile handset: Προϋπόθεση για την μετάδοση δεδομένων βίντεο είναι η κινητή συσκευή να υποστηρίζει βιντεοκλήση.

2.2 Asterisk server

Το Asterisk είναι ένα πλήρως εξοπλισμένο ιδιωτικό τηλεφωνικό κέντρο – Private Branch eXchange (PBX). Είναι ένα υβριδικό τηλεφωνικό κέντρο μεταγωγής κυκλωμάτων (circuit switched) και πακέτων (packet switched), με ενσωματωμένη λειτουργία IVR (Interactive Voice Response) και ACD (Automated Call Distribution). Θεωρείται το πιο ισχυρό, ευέλικτο και εύκολα επεκτάσιμο τηλεπικοινωνιακό λογισμικό σήμερα. Η ονομασία του προέκυψε από το σύμβολο του αστερίσκου (*), το οποίο θεωρείται ένα σύμβολο που μπορεί να αντιστοιχηθεί με οποιοδήποτε όνομα αρχείου στα συστήματα UNIX. Ομοίως το Asterisk έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι συμβατό με οποιαδήποτε συσκευή, λογισμικό και πρωτόκολλο τηλεπικοινωνιών. Υποστηρίζει σχεδόν όλα τα χαρακτηριστικά κλήσεων των σταθμών διεπαφής όπως αναγνώριση κλήσεων, κλήση αναμονής, προώθηση κλήσεων, μεταφορά κλήσης και άλλες δυνατότητες, VoIP gateway, Conference gateway, calling card application. Επίσης δέχεται προγραμματισμό σε πολλά επίπεδα, από το χαμηλότερο σε κώδικα C μέχρι τον πιο υψηλό επιπέδου προγραμματισμό AGI scripting (παρόμοιο με CGI). Ο χρήστης του Asterisk μπορεί με σχετική ευκολία να χειριστεί, να παραμετροποιήσει και να χτίσει τις βασικές λειτουργίες του και τη λογική για τον χειρισμό κλήσεων χωρίς να χρειάζεται να γνωρίζει αρκετά για το ποιο πρωτόκολλο ή ποια codecs χρειάζεται για την πραγματοποίηση της επικοινωνίας λόγω της αρχιτεκτονικής του συστήματος. Χρησιμοποιεί αρθρωτή (modular) σχεδίαση βοηθώντας στην κατασκευή και ξεχωριστή χρήση μονάδων της εφαρμογής χωρίς να επηρεάζει τα υπόλοιπα μέρη του. Το **σχήμα 12** απεικονίζει την αρθρωτή σχεδίαση του Asterisk.

Όταν το σύστημα αρχικοποιείται ο **Dynamic Module Loader** «φορτώνει» όλα τα υποπρογράμματα και αρχικοποιεί όλες τις διεργασίες για τη λειτουργία των καναλιών, τη μορφοποίηση αρχείων, τους κωδικοποιητές, και προχωρά στην απαραίτητη διασύνδεση με τις εφαρμογές (API). Η καρδιά ενός συστήματος Asterisk είναι ο πυρήνας του (**PBX Switching Core**). Ο πυρήνας είναι το ουσιαστικό συστατικό το οποίο φροντίζει για την γεφύρωση της επικοινωνίας. Διαβάζει τα αρχεία παραμετροποίησης (configuration files) και καλεί τα διάφορα υποπρογράμματα όταν χρειάζεται. Όλα τα υποπρογράμματα είναι συνδεδεμένα μαζί του και συνήθως είναι αρχεία με κατάληξη “.so”, τα οποία υπάρχουν σε έναν ειδικό κατάλογο (`/usr/lib/asterisk/modules`).

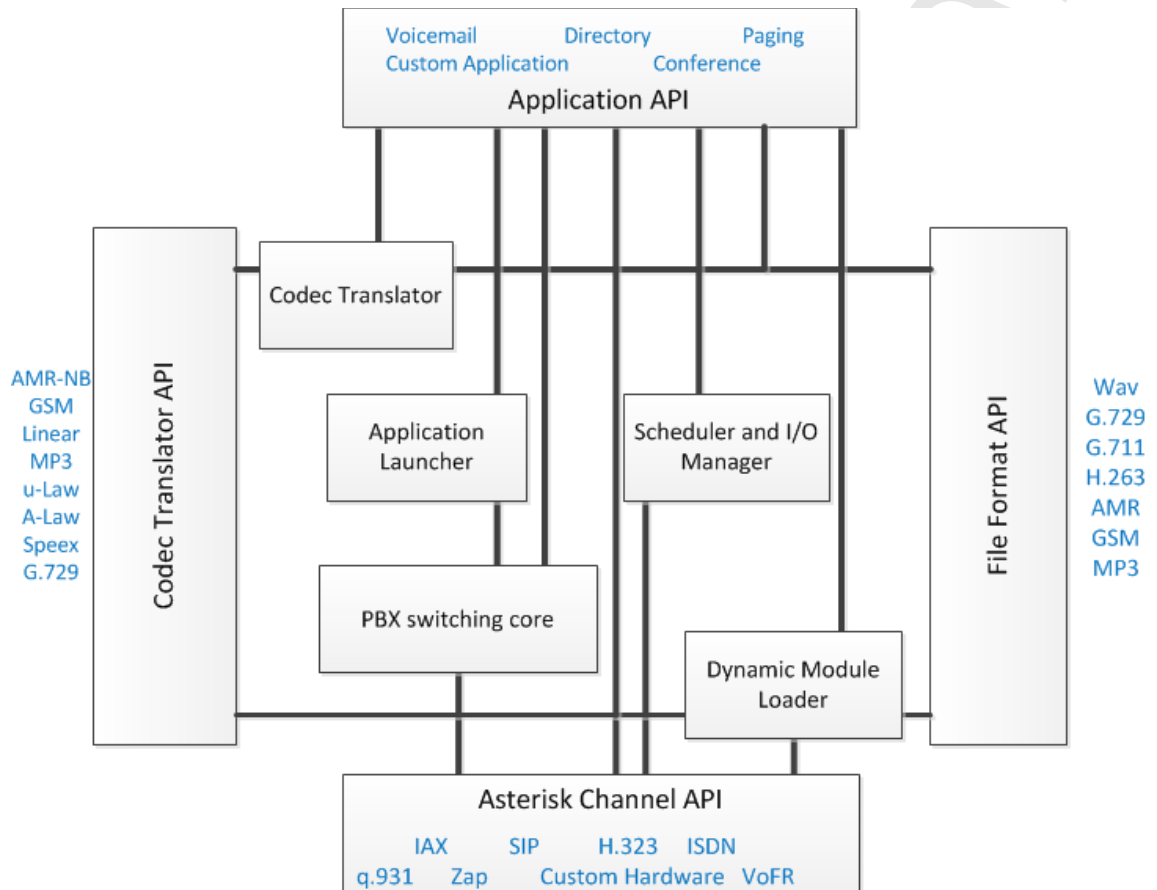
Στον πυρήνα υπάρχει το dialplan, το οποίο είναι η λογική του συστήματος. Το dialplan περιέχει τις οδηγίες τις οποίες ακολουθεί το Asterisk για να μπορεί να χειρίζεται τις εισερχόμενες και εξερχόμενες κλήσεις προς και από το σύστημα. Παρέχει τον βασικό χρονικό προγραμματισμό και διαχειρίζεται τις εισόδους/εξόδους (Scheduler and I/O Manager).

Στη βάση του διαγράμματος, **Asterisk Channel API**, βλέπουμε τους οδηγούς για τα κανάλια που υποστηρίζει (DAHDI, SIP, IAX2, H.323). Τα κανάλια επικοινωνούν με τις διάφορες συσκευές έξω από το Asterisk, και μεταφράζουν το συγκεκριμένο σήμα ή το πρωτόκολλο στον πυρήνα. Ο Asterisk μπορεί και αναγνωρίζει από μόνος του ποιο κανάλι χρειάζεται να ανοίξει για την επικοινωνία, και διασυνδέει τα κανάλια μεταξύ τους.

Ο **Codec Translator API** χρησιμοποιείται για την διασύνδεση διαφορετικών αποκωδικοποιητών (codecs) που χρησιμοποιούν τα διάφορα κανάλια, ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους. Ο Asterisk υποστηρίζει τους περισσότερους αποκωδικοποιητές που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες: GSM, G.711, G726, G729, iLBC και Speex. Άλλοι codecs απαραίτητοι για τη λειτουργία του έργου, όπως οι AMR-NB μπορεί να εγκατασταθούν προσθέτοντας το κατάλληλο τμήμα κώδικα. Προσφέρει επίσης την ικανότητα να κάνει επανακωδικοποίηση (transcoding) μεταξύ διαφόρων codecs. Δηλαδή κάνει αυτόματα μετάφραση μεταξύ δυο codecs όταν είναι απαραίτητο. Η ικανότητά του αυτή χρησιμεύει όταν χρησιμοποιούμε τον asterisk ως μεσάζοντα μεταξύ δύο συστημάτων πολυμέσων (media Αμφίδρομες υπηρεσίες video πάνω από το δίκτυο 3G

servers) ή όταν δουλεύουμε με δύο διαφορετικά codecs ήχου. Για παράδειγμα κλήση από SIP σε κινητό τηλέφωνο.

Τέλος οι εφαρμογές του Asterisk προσδίδουν λειτουργικότητα στο σύστημα, καθώς μπορούν να απαντούν σε κλήσεις, να παίζουν ηχητικά μηνύματα, να προωθούν μία κλήση κ.τ.λ.



Σχήμα 12: Αρχιτεκτονική Asterisk

2.3 Codecs and file formats

Ο Asterisk παρέχει μετάφραση μεταξύ των παρακάτω codecs:

- 16-bit Linear 128 kbps
- G.711u(μ-law) 64 kbps
- G.711a(A-law) 64 kbps
- IMA-ADPCM 32kbps
- GSM 6.10 13 kbps
- MP3 (variable, decode only)
- LPC – 10 2.4 kbps

Επίσης υποστηρίζει μια ποικιλία από αρχεία ήχου:

- raw: 16 – bit linear raw data

Αμφίδρομες υπηρεσίες video πάνω από το δίκτυο 3G

- pcm: 8 – bit mu-law raw data
- vox: 4 – bit IMA-ADPCM raw data
- mp3: MPEG2 Layer 3
- wav: 16 – bit linear WAV files (8000Hz)
- WAV: GSM compressed WAV file (8000Hz)
- gsm: Raw GSM compressed data
- g723: G723 with timestamp

Όταν λοιπόν επιλέγεται ένα αρχείο για αναπαραγωγή σε κάποιο κανάλι ο Asterisk θα επιλέξει αυτή με το λιγότερο κόστος για το σύστημα. Μπορεί να παίξει οποιοδήποτε τύπου αρχείο αν το format και το codec είναι διαθέσιμα, διαφορετικά θα επιλέξει τη μορφή του αρχείου με την μικρότερη επιβάρυνση.

2.4 Λειτουργικό Σύστημα

Ο Asterisk είναι σχεδιασμένος για λειτουργικά συστήματα GNU/Linux, και μπορεί να εγκατασταθεί σχεδόν σε όλες τις διανομές. Ωστόσο, υπάρχουν μικρές διαφορές μεταξύ των διανομών που οφείλονται σε διαφορετικές εκδόσεις του πυρήνα και στις αλλαγές που γίνονται στον αρχικό πυρήνα του Linux για κάθε διανομή. Στο συγκεκριμένο έργο, επειδή ήταν απαραίτητοι οι οδηγοί (drivers) mISDN για να υποστηρίξουμε την BRI ISDN κάρτα, έπρεπε να βρούμε μία διανομή ώστε να εγκαταστήσουμε όλα τα υποπρογράμματα και τμήματα κώδικα (patches and kernel modules) με τα λιγότερα προβλήματα συμβατότητας. Έτσι αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί το λειτουργικό Centos core 5¹³ επιτρέποντας την ομαλή εγκατάσταση όλων των πακέτων που είναι απαραίτητα.

Για να μεταγλωττίσουμε τον πηγαίο κώδικα των εφαρμογών χρειαζόμαστε GCC μεταγλωττιστή (version 4.1) . Ο Asterisk επίσης χρειάζεται και έναν συντακτικό αναλυτή κατά τη διαδικασία της μεταγλώττισης, και για αυτό το λόγο χρησιμοποιήσαμε τον bison¹⁴ . Αν εγκαταστήσουμε το πακέτο software development στο Centos θα εγκατασταθούν όλα τα εργαλεία που είναι απαραίτητα για την εγκατάσταση των πακέτων.

2.5 Εγκατάσταση του Asterisk server

Πριν την εγκατάσταση του Asterisk είναι απαραίτητο να εγκατασταθούν τα πακέτα mISDN, Libpri και zaptel (για την χρήση ISDN-PRI), για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε την γραμμή ISDN. Οι mISDN οδηγοί υποστηρίζουν πλήρη συμβατότητα BRI και PRI ETSI με DSS1 πρωτόκολλο για TE και NT λειτουργία. Είναι σημαντικό η εγκατάσταση των πακέτων να γίνει με τη σωστή σειρά: mISDN, Libpri, zaptel και Asterisk.

Εγκατάσταση mISDN:

```
# cd mISDN
# make
# make install
```

Εγκατάσταση mISDNUser:

```
# cd ../mISDNUser
# make
# make install
```

¹³ <http://www.centos.org/>

¹⁴ <http://www.gnu.org/software/bison/>

Εγκατάσταση Libpri:

```
# cd Libpri
# make
# make install
```

Εγκατάσταση Zaptel:

```
# cd zaptel
# make
# make install
```

Εγκατάσταση Asterisk version 1.4.21:

```
# cd asterisk
# ./configure
# make
# make install
# make samples
```

Η διαταγή “make samples” εγκαθιστά τα αρχικά αρχεία παραμετροποίησης (configuration files) του Asterisk. Χρησιμοποιώντας τα αρχεία αυτά, μπορούμε να παραμετροποιήσουμε το σύστημα πολύ γρήγορα. Τα configuration files εγκαθίστανται στον κατάλογο /etc/asterisk/.

Η τελευταία διαταγή εγκαθιστά τον κώδικα αρχικοποίησης στο σύστημα, συγκεκριμένα στο /etc/init.d/, ώστε να εκτελείται ο asterisk αυτόματα κατά την έναρξη του υπολογιστή.

```
# make config
```

Για να βεβαιωθούμε ότι η εγκατάσταση έγινε χωρίς πρόβλημα μπορούμε να ξεκινήσουμε τον Asterisk και να συνδεθούμε στη κονσόλα του με την εξής εντολή « asterisk – nnnnnn». Καθώς αρχικοποιείται το σύστημα μπορούμε να ψάξουμε για τυχόν λάθη και προειδοποιήσεις που εμφανίζονται στη κονσόλα (CLI).

Για την εγκατάσταση όλων των παραπάνω πακέτων πρέπει να έχουμε εγκαταστήσει προηγουμένως αρχεία από τον πυρήνα του linux της διανομής που χρησιμοποιούμε (Linux headers) επειδή περιέχουν κώδικα επέκτασης της λειτουργίας του πυρήνα.

2.5.1 Αρχεία

Ο Asterisk χρησιμοποιεί διάφορα αρχεία στο Linux για να διαχειρίζεται κάποιες λειτουργίες του όπως voice mail εγγραφές, φωνητικές εντολές (voice prompts) και τα αρχεία παραμετροποίησης του. Για τον σκοπό της εργασίας θα πρέπει να γνωρίσουμε κάποια από αυτά.

/etc/asterisk/

Ο κατάλογος /etc/asterisk/ όπως είδαμε περιέχει τα configuration files. Τα πιο σημαντικά είναι το extensions.conf που είναι η λογική του Asterisk, πώς δηλαδή θα διαχειρίζεται τις εισερχόμενες / εξερχόμενες κλήσεις και τι θα κάνει με αυτές, το sip.conf, το misdn.conf για την επικοινωνία του με τη κάρτα ISDN, και το codecs.conf για την παραμετροποίηση των codecs (εδώ θα προσθέσουμε τη λειτουργία AMR). Όλα τα αρχεία παραμετροποίησης έχουν την κατάληξη «.conf» .

/usr/lib/asterisk/modules/

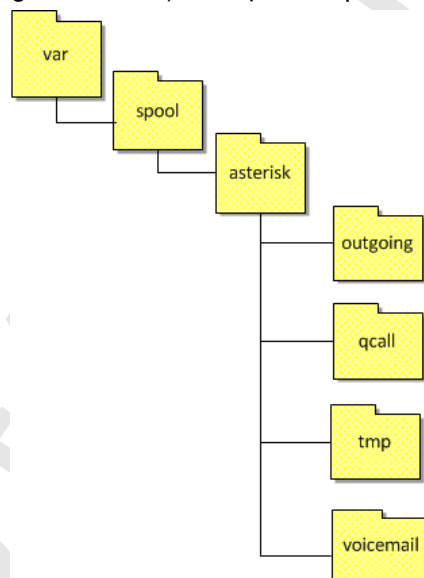
Ο κατάλογος αυτός περιέχει όλα τα υποπρογράμματα που καλεί ο Asterisk, καθώς και τις εφαρμογές, codecs, formats και τα κανάλια που χρησιμοποιεί. Ο Asterisk καλεί όλα τα υποπρογράμματα κατά την διαδικασία αρχικοποίησής του, ενώ ο χρήστης μπορεί να απενεργοποιήσει κάποιο από αυτά στο αρχείο παραμετροποίησης `/etc/asterisk/modules.conf`.

`/var/lib/asterisk`

Περιέχει το αρχείο `astdb` το οποίο παρέχει πληροφορίες σχετικά με την βάση δεδομένων του Asterisk. Στην ουσία είναι το αντίστοιχο Microsoft Windows Registry. Επίσης εδώ βρίσκεται και ο `agi-bin` κατάλογος που περιέχει τα δικά μας script τα οποία διασυνδέονται με τον Asterisk μέσω των ενσωματωμένων AGI εφαρμογών.

`/var/spool/asterisk/`

Περιέχει πολλούς υποκαταλόγους όπως `dictate/`, `meetme/`, `monitor/`, `outgoing/`, `voicemail/`. Ο Asterisk ελέγχει για παράδειγμα τον `outgoing` κατάλογο για text αρχεία τα οποία περιέχουν πληροφορίες για αιτήματα κλήσεων. Το αρχείο αυτό επιτρέπει τη δημιουργία εξερχόμενης κλήσης τοποθετώντας απλά το κατάλληλο αρχείο text μέσα στον `outgoing` κατάλογο. Με τον τρόπο μπορούμε να πραγματοποιούμε αυτοματοποιημένες κλήσεις. Περισσότερες πληροφορίες στο κεφάλαιο 4. Κατά την ανάπτυξη του συστήματος ανακαλύψαμε πως η δημιουργία κλήσεων με αυτό τον τρόπο μας παρέχει περισσότερες πληροφορίες στον εντοπισμό σφαλμάτων (debugging information) σε περίπτωση αποτυχίας.



Σχήμα 13: `/var/spool/asterisk` δομή

2.5.2 Αρχική παραμετροποίηση του Asterisk

Η αρχική παραμετροποίηση του Asterisk έχει ως στόχο να διασυνδέσουμε το σύστημά μας με το δίκτυο μέσω ISDN, ώστε να μπορούμε να βγάζουμε και να δεχόμαστε κλήσεις με το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο (PSTN). Τα αρχεία που πρέπει να παραμετροποιήσουμε για το σκοπό μας είναι τα `/etc/misdn-init.conf` και `/etc/asterisk/misdn.conf`.

Αρχικά πρέπει να ρυθμίσουμε την ISDN PCI card, τη κάρτα δηλαδή που χρησιμοποιούμε για να συνδεθούμε με το δίκτυο ISDN (στην περίπτωση μας OpenVox B100P με μία θύρα ISDN BRI). Η θύρα της κάρτας μπορεί να ρυθμιστεί σε λειτουργία NT ή TE.

Με την εντολή `«/etc/init.d/misdn-init scan»` οι `misdn drivers` ψάχνουν να βρουν αν υπάρχει εγκατεστημένη στο σύστημα κάποια συσκευή `isdn`. Αφού ο `kernel` δει την κάρτα, θα επιστρέψει τον αριθμό των συσκευών καθώς και τον τύπο τους:

«[ok] found the following devices: card=1, hfcpci»

Με την εντολή «`/etc/init.d/misdn-init config`» τα χαρακτηριστικά και οι λειτουργίες της συσκευής εγγράφονται στο αρχείο παραμετροποίησης `/etc/misdn-init.conf`. Το αρχείο αυτό ουσιαστικά προσδιορίζει τα ports και τις λειτουργίες τους (NT, TE, PTP, PTMP, CAPI). Η μόνη αλλαγή που πρέπει να κάνουμε εδώ είναι να αλλάξουμε τη λειτουργία του port από `te_ptp` (λειτουργία TE point to point) σε `te_ptmp` (TE λειτουργία point to multipoint) για το δίκτυο ΟΤΕ στην Ελλάδα.

Για να επικοινωνήσει ο asterisk με τους misdn drivers και να χρησιμοποιήσει την ISDN BRI διασύνδεση, πρέπει να παραμετροποιήσουμε το misdn κανάλι του asterisk (`chan_misdn`) και στη συνέχεια να το καλέσουμε αρχικοποιώντας τον server. Οι παράμετροι του misdn channel ρυθμίζονται μέσω του `/etc/asterisk/misdn.conf` το οποίο αρχικά έχει δύο τμήματα (sections): `general` και `default`. Το `general` section περιέχει ρυθμίσεις σχετικές με πληροφορίες σφαλμάτων (debugging), timing, bridging, DTMF συμπεριφορά. Το `default` section περιέχει όλες τις ρυθμίσεις σχετικά με τα ports. Στο αρχείο προσθέτουμε και ένα δικό μας τμήμα το `extern`, το οποίο αναφέρει τον αριθμό και τις λειτουργίες των ports που θα χρησιμοποιήσουμε και θα αντικαταστήσει το `default` για τα συγκεκριμένα ports.

```
[extern]
ports=1
msns=*
```

Για τους σκοπούς του έργου η γραμμή που χρησιμοποιούμε έχει ένα κεφαλικό νούμερο ISDN και δύο νούμερα MSN (Multiple Subscriber Numbering). Προσθέτοντας ως τιμή στη παράμετρο `msns` τον αστερίσκο (*), δηλώνουμε ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε όλα τα msn νούμερα στο `extensions.conf`. Επίσης στο `default` section επιλέγουμε `bearer capability = all` (οι επιλογές είναι `speech`, `3.1 khz`, `unrestricted digital`, `restricted digital`, `video`, `all`) και `hdlc = yes` (με την επιλογή αυτή μπορούμε να κάνουμε bridging με κάποια εφαρμογή και να περάσει δεδομένα προς αυτή). Η παραμετροποίηση του αρχείου αυτού αναφέρεται στο παράρτημα Β.

Τέλος, ξεκινάμε την επικοινωνία με τη συσκευή μας «`/etc/init.d/misdn-init start`».

Προκειμένου να δούμε αν η γραμμή ISDN επικοινωνεί χωρίς προβλήματα με τον Asterisk, μπορούμε να ελέγξουμε το status της misdn από την κονσόλα του asterisk.

```
Videocall*CLI> misdn show stacks
BEGIN STACK_LIST:
* Port 1 Type TE Prot. PMP L2Link UP L1Link:UP Blocked:0 Debug:0
```

2.5.3 Παραμετροποίηση του dialplan

Το dialplan είναι η λογική του Asterisk. Παρέχει οδηγίες για το πώς θα διαχειριστεί την επικοινωνία μέσα από το BPX όπως είναι παραμετροποιημένο. Προσδιορίζοντας dial plans προσδιορίζουμε τον τρόπο για το πώς θα χειριστούμε τις εισερχόμενες και τις εξερχόμενες κλήσεις προς και από το σύστημα.

Η σύνταξη μιας οδηγίας dial plan είναι αρκετά απλή:

`exten => extension number, command priority, command`

Κάθε γραμμή ενός dial plan ξεκινά με `exten =>`, με αυτό τον τρόπο ενημερώνει τον asterisk ότι ακολουθεί κάποια διαταγή. Το extension number συνήθως στις τηλεπικοινωνίες αναφέρεται σε κάποιο νούμερο id μιας γραμμής και είναι ο προορισμός εισερχόμενης ή εξερχόμενης κλήσης. Συνήθως είναι το νούμερο της γραμμής και ο προσδιορισμός των εσωτερικών χρηστών. Στον Asterisk όμως ένα extension είναι κάτι περισσότερο, καθώς δηλώνει μία σειρά από βήματα, όπου κάθε βήμα εκτελεί μία εφαρμογή από την οποία περνά η κλήση. Όταν ενεργοποιείται ένα συγκεκριμένο extension από μία εισερχόμενη κλήση ή από την εισαγωγή ψηφίων στο κανάλι (με πάτημα πλήκτρων) ο Asterisk ακολουθεί τα βήματα που έχουν οριστεί για το συγκεκριμένο extension. Το command priority, είναι η σειρά ή η προτεραιότητα με την οποία ο Asterisk θα εκτελέσει τις διαταγές. Το command είναι η οδηγία που λέει στον

Asterisk τι να κάνει. Υπάρχουν πολλές επιλογές και ρυθμίσεις ανάλογα με την πολυπλοκότητα της εργασίας που πρέπει να κάνει ο Asterisk, αλλά συνήθως απλές εντολές μπορούν να χτίσουν βασικές εφαρμογές. Το dial plan βρίσκεται στο αρχείο παραμετροποίησης "/etc/asterisk/extensions.conf". Οι οδηγίες που χρησιμοποιούμε αναφέρονται στο παράρτημα Γ.

Το περιεχόμενο του «extensions.conf» είναι χωρισμένο και αυτό σε τμήματα (sections) τα οποία αναφέρονται και ως «contexts». Υπάρχουν δύο κατηγορίες: οι στατικές ρυθμίσεις και δηλώσεις και οι εκτελέσιμες οδηγίες του dial plan. Οι στατικές ρυθμίσεις ομαδοποιούνται (groups) σε [general] και [globals] τμήματα. Μετά τα δύο αυτά τμήματα οι επόμενες κατηγορίες χρησιμοποιούνται ως οδηγίες του dial plan. Η χρησιμότητα των contexts είναι να κρατά ξεχωριστά τις οδηγίες προς τον Asterisk και να μην αλληλεπιδρούν μεταξύ τους από μόνες τους, παρά μόνον όταν ο χρήστης το ζητά. Κάθε context ξεκινά με τη δήλωση του ονόματος του μέσα σε αγκύλες ([]). Όλες οι οδηγίες που υπάρχουν μετά τη δήλωση του context είναι μέρος του συγκεκριμένου τμήματος μέχρι να ξεκινήσει κάποιο άλλο, πάλι με δήλωση του ονόματος του.

Όταν ορίζουμε ένα κανάλι, για παράδειγμα το κανάλι που ορίσαμε στο misdn.conf, μία από τις παραμέτρους που ορίσαμε είναι και η "context" (βλέπε παράρτημα Β). Η παράμετρος context είναι το σημείο του dial plan από το οποίο ξεκινά η σύνδεση στο συγκεκριμένο κανάλι.

Το παρακάτω context λέει στον Asterisk να απαντήσει μια εισερχόμενη κλήση που γίνεται προς τον συγκεκριμένο αριθμό, στο δεύτερο βήμα να περιμένει για ένα δευτερόλεπτο και να προωθήσει τη κλήση στο τρίτο βήμα σε κάποια συσκευή (μέσω VoIP) καλώντας την εφαρμογή Dial() και τέλος να τερματίσει την επικοινωνία.

```
[from-misdn]
exten => 210XXXXXXXX,1,Answer()
exten => 210XXXXXXXX,n,Wait(1)
exten => 210XXXXXXXX,n,Dial(SIP/x-lite)
exten => 210XXXXXXXX,n,Hangup()
```

Το context [outgoing call] είναι μία απλή οδηγία για το πώς το σύστημα μπορεί να πραγματοποιήσει μία εξερχόμενη κλήση προς οποιοδήποτε προορισμό με δέκα ψηφία, χρησιμοποιώντας το misdn κανάλι, τη θύρα 1 και το extension που κάνει τη κλήση.

```
[outgoing call]
Exten => _NXXXXXXXXX,1,Dial(mISDN/1/${EXTEN})
```

Με το παραπάνω dial plan ο Asterisk μπορεί να δέχεται και να απαντά εισερχόμενες κλήσεις καθώς και να πραγματοποιεί κλήσεις προς τον έξω κόσμο. Οι οδηγίες μπορεί να είναι η εκτέλεση κάποιων εφαρμογών όπως, η Answer() στο πρώτο βήμα του [from-misdn] context, ή κάποιων πιο πολύπλοκων εντολών όπως θα δούμε στη συνέχεια της εργασίας. Οι εφαρμογές είναι τα «γρανάζια» του dial plan. Κάθε εφαρμογή εκτελεί μια συγκεκριμένη εργασία για το κανάλι που τη καλεί όπως η αναπαραγωγή κάποιου ήχου ή η πραγματοποίηση κλήσεων. Κάποιες εφαρμογές όπως η Answer() και η Hangup() που είδαμε παραπάνω δεν χρειάζονται περαιτέρω οδηγίες για να κάνουν τη δουλειά τους. Κάποιες άλλες όμως όπως η Dial() χρειάζονται περισσότερες πληροφορίες. Τις πληροφορίες αυτές μπορούμε να τις περνάμε σαν ορίσματα και να επηρεάζουν την εκτέλεση της εργασίας τους, όπως περνάμε ορίσματα σε συναρτήσεις-αντικείμενα (functions) σε πολλές γλώσσες προγραμματισμού.

2.5.4 Παραμετροποίηση SIP

Το Session Initiation Protocol (SIP), το οποίο χρησιμοποιείται σε VoIP τηλεφωνία, φροντίζει για την εγκαθίδρυση συνόδου που επιτρέπει τη μεταφορά πολυμεσικών πληροφοριών (βίντεο, φωνή, κείμενα) και στον τερματισμό της. Είναι ένα πρωτόκολλο σηματοδότησης που σημαίνει ότι η μόνη δουλειά του είναι να φέρει δύο σημεία σε επικοινωνία και δεν ασχολείται με τη μετάδοση

δεδομένων. Το φορτίο της μετάδοσης αναλαμβάνουν άλλα πρωτόκολλα, το RTP-RTCP (Real-Time Transport Protocol) και το SDP. Το πρωτόκολλο RTP χρησιμοποιείται για μετάδοση πολυμεσικών δεδομένων φωνής και βίντεο πραγματικού χρόνου. Αποτελείται από δύο μέρη το RTP, που είναι υπεύθυνο για τη μετάδοση των δεδομένων και το RTCP (Real Time Transport control Protocol) που είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο της μετάδοσης.

Το πρωτόκολλο SIP ενσωματώνει στοιχεία από δύο ευρέως γνωστά πρωτόκολλα του Internet, το HTTP και το SMTP. Από το HTTP δανείστηκε την “client – server” αρχιτεκτονική του και τη χρήση URLs, και από το SMTP δανείστηκε τη μορφή κειμένου (text-encoding style) και τη μορφή των κεφαλίδων (headers).

Ο τρόπος που παίρνουν διευθύνσεις οι χρήστες μέσω SIP είναι με τη μορφή ενός SIP URI:

[SIP:user:password@host:port:uri-parameters?headers](#)

Στο αρχείο sip.conf εισάγουμε τις ρυθμίσεις για το SIP client που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε (ολόκληρο το sip.conf στο παράρτημα Δ) :

```
[x-lite]
deny=0.0.0.0/0.0.0.0
type=friend
username=310
secret=##v1de0c@11##
qualify=yes
port=5060
permit=0.0.0.0/0.0.0.0
nat=no
mailbox=310@device
host=dynamic
dtmfmode=rfc2833
dial=SIP/x-lite
context=from-internal
canreinvite=no
callerid=device <310>
call-limit=50
allow=ulaw
allow=alaw
allow=amr
videosupport=yes
```

type: οι επιλογές είναι friend, peer, user. Peer χρησιμοποιούμε όταν ο Asterisk επικοινωνεί με κάποιον proxy server και user όταν θέλουμε ο sip client να έχει τη δυνατότητα μόνο για εξερχόμενη κλήση. Με την επιλογή friend ο sip client λειτουργεί και ως peer και ως user.

host: πέρα από δυναμική μπορούμε να βάλουμε και την ip διεύθυνση του sip client.

context: είναι πολύ σημαντικό να δηλώσουμε το context. Θα πρέπει επίσης να είναι το ίδιο context για όλα τα sip clients, ώστε να μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Αν μία συσκευή δεν είναι σε κάποιο από τα contexts που χρησιμοποιούμε, δεν θα μπορούμε να κάνουμε χρήση του. Για να το χρησιμοποιήσουμε δημιουργούμε ένα dial plan με το συγκεκριμένο context στο extensions.conf αρχείο του Asterisk.

dtmfmode: η παράμετρος αυτή καθορίζει πώς χειρίζεται ο client DTMF τη σηματοδότηση. Η τιμή εξαρτάται από τον τύπο που υποστηρίζει ο sip client που είναι

συνδεδεμένος με τον Asterisk. Για το x-lite softphone το οποίο χρησιμοποιούμε η αρχική τιμή είναι gfc2833. Άλλες επιλογές είναι: inband και info.

allow: codecs και format που επιτρέπονται κατά τη μετάδοση δεδομένων.

Για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε τον sip client που φτιάξαμε και να πραγματοποιήσουμε κλήση προς το δίκτυο ISDN, δημιουργούμε το αντίστοιχο dial plan στο /etc/asterisk/extensions.conf και συμπεριλαμβάνουμε το dial plan του context [outgoing call].

```
[from-internal]
exten => 310,1,Dial(SIP/x-lite,20,tr)
include => outgoing call
```

Πλέον μπορούμε να πραγματοποιούμε και να δεχόμαστε κλήσεις προς το Δημόσιο Τηλεφωνικό δίκτυο.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα προχωρήσουμε στην μετατροπή του Asterisk PBX σε μία πύλη διασύνδεσης προς το δίκτυο 3G-324M, όπου θα μπορούμε να πραγματοποιούμε βιντεοκλήσεις προς το δίκτυο 3G.

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Διαμόρφωση του Asterisk 3g gateway

Ο Asterisk από μόνος του στερείται της υποστήριξης πολλών λειτουργιών που συνήθως είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη εφαρμογών με δυνατότητες μετάδοσης βίντεο. Προκειμένου ο Asterisk server να έχει τη δυνατότητα μετάδοσης βίντεο προς το δίκτυο 3G, πρέπει να εγκαταστήσουμε ένα σετ εφαρμογών (asterisk-video). Τις εφαρμογές αυτές μπορεί κάποιος να τις βρει στο <http://sip.fontventa.com>, και διέπονται από την άδεια ελεύθερου λογισμικού (GPL). Αυτό είναι σημαντικό γιατί έχουμε πρόσβαση στον πηγαίο κώδικα ώστε να επέμβουμε, να τον παραμετροποιήσουμε και να τον προσαρμόσουμε στις ανάγκες του συστήματός μας, καθώς τα προγράμματα είναι σχεδιασμένα και δοκιμασμένα σε συγκεκριμένο περιβάλλον (Debian, με χρήση Zap_channel)¹⁵.

Οι εφαρμογές που θα χρησιμοποιήσουμε για τον σκοπό της εργασίας, είναι οι εξής:

- app_h324m - παρέχει στον Asterisk την δυνατότητα χρήσης της βιβλιοθήκης h324m. Με την εφαρμογή αυτή μπορούμε να κάνουμε και να δεχόμαστε βιντεοκλήσεις 3G και να τις χειριστούμε στο dial plan του Asterisk.
- app_mpr4 – η εφαρμογή που δίνει τη δυνατότητα στον Asterisk για εγγραφή και αναπαραγωγή αρχείων MP4 και 3gp.
- app_rtsp – υποστήριξη μετάδοσης βίντεο σε πραγματικό χρόνο μέσω πρωτοκόλλου rtsp
- app_transcoder – υποστήριξη επανακωδικοποίησης (transcoding) μεταξύ δύο καναλιών.

Προϋπόθεση για την σωστή εγκατάσταση και λειτουργία των εφαρμογών, είναι η εγκατάσταση των βιβλιοθηκών H324M, η εγκατάσταση των αποκωδικοποιητών AMR καθώς και τα προγράμματα FFmpeg και Mpeg4ip για την δημιουργία και συμπίεση αρχείων mpr4 και 3gp.

3.1 Εγκατάσταση της βιβλιοθήκης H324m

Το πρότυπο 3G-324M όπως είδαμε είναι το πρότυπο που χρησιμοποιείται στο δίκτυο 3G/UMTS για τη μετάδοση δεδομένων βίντεο. Η βιβλιοθήκη αυτή επιτρέπει στον asterisk να γεφυρώσει βιντεοκλήσεις μεταξύ του δικτύου κινητής τηλεφωνίας 3G με το δίκτυο ISDN καθώς και με υπηρεσίες VoIP. Η βιβλιοθήκη υποστηρίζει MPEG-4 και H.263 βίντεο μορφοποίηση. Για να εγκαταστήσουμε την βιβλιοθήκη θα πρέπει να την κατεβάσουμε από το <http://sourceforge.net/projects/asteriskvideo/> μέσω svn και να την αποθηκεύσουμε σε έναν κατάλογο.

```
#svn co http://sourceforge.net/projects/asteriskvideo/
asteriskvideo
#cd asteriskvideo
#ls
```

¹⁵ Υπάρχει αρκετή υποστήριξη για την παραμετροποίηση του κώδικα τόσο των συγκεκριμένων εφαρμογών όσο και για τον κώδικα των καναλιών του Asterisk, στην λίστα αλληλογραφίας του asterisk με θέμα asterisk-video.

Αμφίδρομες υπηρεσίες video πάνω από το δίκτυο 3G

drwxr-xr-x	3	root	root	4096	Feb	22	14:18	amr
drwxr-xr-x	3	root	root	4096	Feb	23	02:53	app_h324m
drwxr-xr-x	3	root	root	4096	Feb	4	02:29	app_mixer
drwxr-xr-x	4	root	root	4096	Feb	24	12:33	app_mp4
drwxr-xr-x	4	root	root	4096	Feb	24	12:43	app_rtsp
drwxr-xr-x	3	root	root	4096	Feb	4	02:29	app_swf
drwxr-xr-x	3	root	root	4096	Feb	9	02:25	app_transcoder
drwxr-xr-x	5	root	root	4096	Feb	22	18:01	libh324m
drwxr-xr-x	3	root	root	4096	Feb	9	02:41	tools

Εικόνα 1: Αρχεία εφαρμογών Asterisk-video

Η διαδικασία εγκατάστασης είναι η εξής: μεταφερόμαστε στον φάκελο libh324m και δημιουργούμε το makefile της βιβλιοθήκης για να μεταγλωττίσουμε τον κώδικα. Για να χρησιμοποιήσουμε την βιβλιοθήκη με τους mISDN drivers, πρέπει να επέμβουμε στον κώδικα της βιβλιοθήκης h324m.cpp ώστε να μην γίνεται αντιστροφή των bits, καθώς οι mISDN drivers αντιστρέφουν τα bit εξ' ορισμού. Στο επόμενο βήμα εγκαθιστούμε τη βιβλιοθήκη.

```
# make
# make install
```

Προκειμένου ο Asterisk να υποστηρίζει τους AMR αποκωδικοποιητές, πρέπει να προσθέσουμε στον πηγαίο κώδικα του Asterisk τους AMR-NB (AMR-narrow band) και να μεταγλωττίσουμε τον κώδικα. Οι οδηγίες που πρέπει να ακολουθηθούν είναι οι εξής (Garcia Murillo, 2007):

Μεταφερόμαστε στον κατάλογο root του Asterisk και χρησιμοποιώντας το patch που υπάρχει στο πακέτο που κατεβάσαμε στον κατάλογο asteriskvideo, μεταγλωττίζουμε τον κώδικα του asterisk:

```
# patch -p0 </usr/src/asteriskvideo/amr/amr-asterisk-patch.txt
```

Μεταφερόμαστε στον κατάλογο του Asterisk όπου περιέχει τους codecs που είναι ήδη προεγκατεστημένοι και δημιουργούμε συμβολικά αρχεία προς τον φάκελο που περιέχει τους codecs AMR και κατεβάζουμε τον κώδικα για την υποστήριξη της κωδικοποίησης του ήχου από το 3GPP.

```
# cd codec
# ln -s /usr/src/asteriskvideo/amr/amr_slin_ex.h
# ln -s /usr/src/asteriskvideo/amr/slin_amr_ex.h
# ln -s /usr/src/asteriskvideo/amr/codec_amr.c
# mkdir amr
# wget
http://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/26\_series/26.104/26104-700.zip
# unzip -j 26104-700.zip
# unzip -j 26104-700_ANSI_C_source_code.zip
# ln -s /usr/src/asteriskvideo//amr/Makefile
```

Μεταγλωττίζουμε τον κώδικα:

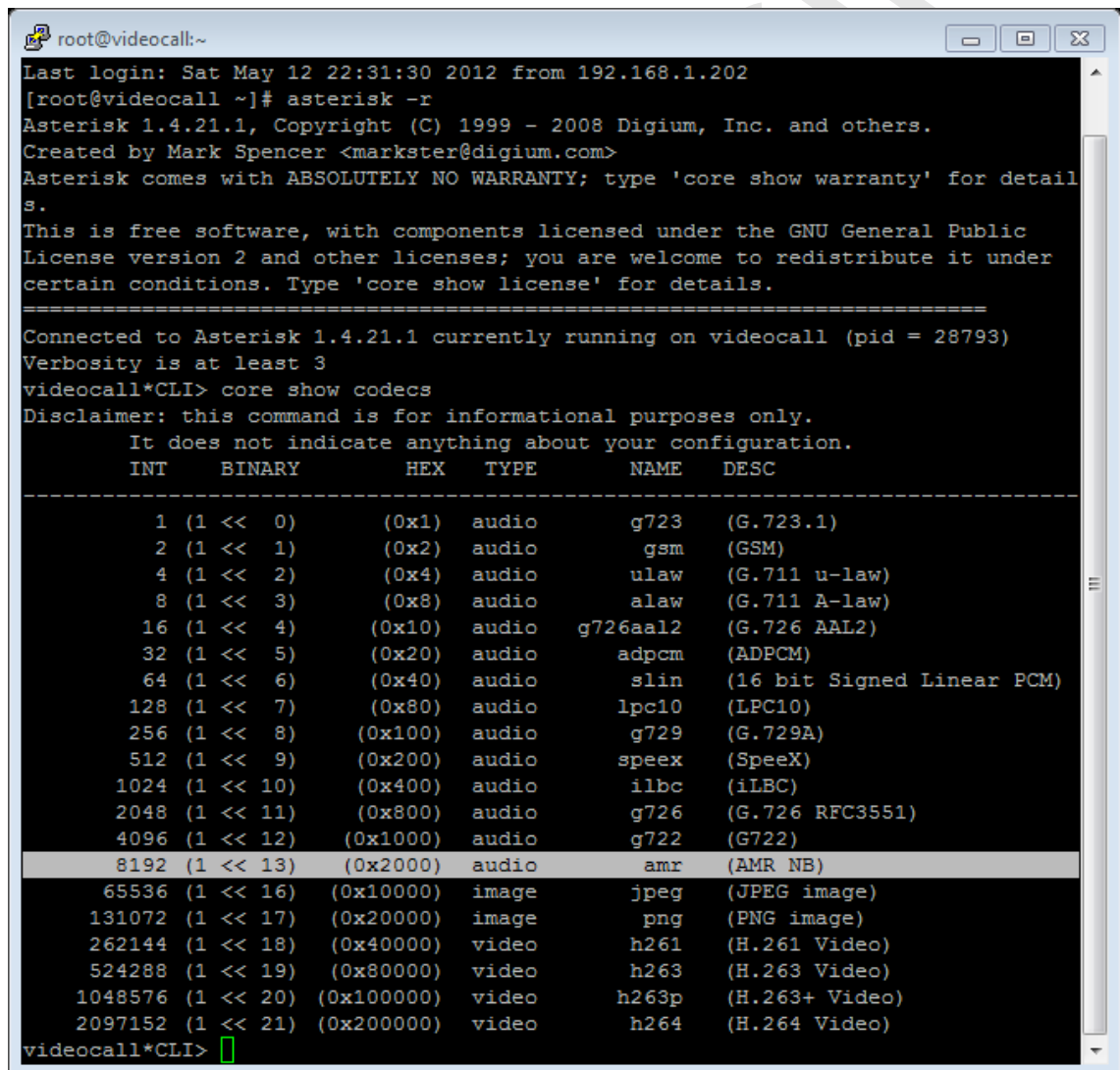
```
# make
# make install
```

Η εφαρμογή `app_h324m` κωδικοποιεί τους AMR μέσα στα πλαίσια που δημιουργεί ο Asterisk. Για να χρησιμοποιηθούν από τον Asterisk συμπληρώνουμε στο αρχείο `codecs.conf` την παρακάτω γραμμή.

```
[amr]
Octet-aligned=1
```

Μπορούμε να βεβαιωθούμε ότι οι αποκωδικοποιητές AMR εγκαταστάθηκαν σωστά από την κονσόλα του Asterisk τυπώνοντας την εξής εντολή στην κονσόλα CLI:

```
CLI> core show codecs
```



```
root@videocall:~
Last login: Sat May 12 22:31:30 2012 from 192.168.1.202
[root@videocall ~]# asterisk -r
Asterisk 1.4.21.1, Copyright (C) 1999 - 2008 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 1.4.21.1 currently running on videocall (pid = 28793)
Verbosity is at least 3
videocall*CLI> core show codecs
Disclaimer: this command is for informational purposes only.
It does not indicate anything about your configuration.
-----
INT      BINARY      HEX      TYPE      NAME      DESC
-----
1 (1 << 0)      (0x1)      audio      g723      (G.723.1)
2 (1 << 1)      (0x2)      audio      gsm      (GSM)
4 (1 << 2)      (0x4)      audio      ulaw      (G.711 u-law)
8 (1 << 3)      (0x8)      audio      alaw      (G.711 A-law)
16 (1 << 4)     (0x10)     audio      g726aal2  (G.726 AAL2)
32 (1 << 5)     (0x20)     audio      adpcm      (ADPCM)
64 (1 << 6)     (0x40)     audio      slin      (16 bit Signed Linear PCM)
128 (1 << 7)    (0x80)     audio      lpc10     (LPC10)
256 (1 << 8)    (0x100)    audio      g729      (G.729A)
512 (1 << 9)    (0x200)    audio      speex     (SpeeX)
1024 (1 << 10)  (0x400)    audio      ilbc      (iLBC)
2048 (1 << 11)  (0x800)    audio      g726      (G.726 RFC3551)
4096 (1 << 12)  (0x1000)   audio      g722      (G722)
8192 (1 << 13)  (0x2000)   audio      amr      (AMR NB)
65536 (1 << 16) (0x10000)  image      jpeg      (JPEG image)
131072 (1 << 17) (0x20000)  image      png      (PNG image)
262144 (1 << 18) (0x40000)  video      h261      (H.261 Video)
524288 (1 << 19) (0x80000)  video      h263      (H.263 Video)
1048576 (1 << 20) (0x100000) video      h263p     (H.263+ Video)
2097152 (1 << 21) (0x200000) video      h264      (H.264 Video)
videocall*CLI> █
```

Εικόνα 2: Asterisk codecs

Η εικόνα 2 επιβεβαιώνει ότι οι AMR codecs έχουν εγκατασταθεί σωστά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

3.2 Εγκατάσταση της εφαρμογής app_h324m

Η εγκατάσταση των εφαρμογών για να υποστηρίξει ο Asterisk 3G βιντεοκλήση προϋποθέτει τη μεταγλώττιση του κώδικά τους μαζί με τον πηγαίο κώδικα του Asterisk. Θα πρέπει λοιπόν να δημιουργήσουμε το κατάλληλο αρχείο (Makefile) το οποίο να οδηγήσει το σύστημα στη σωστή μεταγλώττιση και εγκατάσταση των εφαρμογών και να το τοποθετήσουμε στο σωστό μέρος. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

Αντιγράφουμε τον κώδικα της εφαρμογής app_h324m.c στον κατάλογο όπου βρίσκονται όλες οι εφαρμογές του Asterisk (/asterisk/apps/). Στον ίδιο κατάλογο διαμορφώνουμε το αρχείο Makefile, ώστε να περιέχει την εφαρμογή κατά τη μεταγλώττιση του Asterisk και προσθέτουμε τις εξής γραμμές:

```
app_h324m.so : app_h324m.o
$(CC) $(SOLINK) -o $@ ${CYGSOLINK} $< ${CYGSOLIB} -lh324m
```

Δηλαδή ενημερώνουμε τον Asterisk ότι για να δημιουργήσει το υποπρόγραμμα (module) app_h324m.so, χρειάζεται τον object κώδικα app_h324m.o. Το app_h324m.o για να δημιουργηθεί, χρειάζεται ο κώδικας της εφαρμογής app_h324m.c και τα headers της βιβλιοθήκης lib_h324m. Τέλος ορίζουμε στον πηγαίο κώδικα της εφαρμογής (app_h324m.c) ότι πρόκειται για module του Asterisk προσθέτοντας την εξής γραμμή:

```
#Define AST_MODULE "h324m application"
```

Η εφαρμογή, μας επιτρέπει να διαχειριζόμαστε εισερχόμενες και εξερχόμενες 3G βιντεοκλήσεις στο dial plan του Asterisk και έχει τέσσερις λειτουργίες:

Η πρώτη είναι η h324m gateway η οποία δημιουργεί ένα εικονικό κανάλι για εισερχόμενες κλήσεις H.324M. Αποκωδικοποιεί τα εισερχόμενα δεδομένα H.324M, συνήθως μέσα από μία σύνδεση ISDN, και εξάγει τα πλαίσια που περιέχουν δεδομένα βίντεο και φωνής μέσα στα frames του Asterisk και το αντίστροφο. Το εικονικό κανάλι που δημιουργείται δίνει τη δυνατότητα να επεκταθεί η εκτέλεση του dial plan σε κάποιο άλλο extension ή content του dial plan.

Η δεύτερη είναι η h324m loopback η οποία επιστρέφει τον ήχο και το βίντεο πίσω στον δέκτη. Η λειτουργία αυτή επιστρέφει τα εισερχόμενα δεδομένα H.324M κατευθείαν, χωρίς να γίνεται μετατροπή των πλαισίων h324m στη μορφή πλαισίων του Asterisk. Εάν θέλουμε να δοκιμάσουμε επιστροφή δεδομένων με μετατροπή μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα Echo() που υποστηρίζει ο Asterisk.

Η τρίτη λειτουργία είναι η h324m call και δημιουργεί ένα εικονικό κανάλι για εξερχόμενη κλήση 3G-324M. Κωδικοποιεί τα ακουστικά και οπτικά frames του Asterisk σε H.324M δεδομένα επιτρέποντας 3G βιντεοκλήση.

Η τέταρτη λειτουργία είναι η video loopback η οποία είναι παρόμοια με την Echo(), αλλά επιστρέφει μόνο τα βίντεο frames. Χρησιμοποιείται μαζί με την h324m gateway και χρησιμοποιεί μετατροπή πλαισίων από H.324M σε Asterisk και το αντίστροφο.

Όλες οι λειτουργίες δέχονται ορίσματα με τα οποία παραμετροποιούνται ανάλογα με τη χρήση που θέλει ο χρήστης και τα οποία θα χρησιμοποιήσουμε στα πειράματα που θα κάνουμε.

3.3 Εγκατάσταση της εφαρμογής app_mp4

Η εφαρμογή app_mp4 επιτρέπει να διαχειριστούμε την αναπαραγωγή και εγγραφή αρχείων πολυμέσων στο dialplan του Asterisk. Αποτελείται από δυο λειτουργίες. Η πρώτη είναι η mp4play η οποία δίνει τη δυνατότητα αναπαραγωγής αρχείων βίντεο, απευθείας σε τερματικά χρηστών. Η δεύτερη είναι η mp4save και παρέχει τη δυνατότητα αποθήκευσης αρχείων βίντεο στο αποθηκευτικό μέσο ενός διακομιστή. Για την περίπτωση που χρησιμοποιούμε AMR codecs είναι απαραίτητο να αποθηκεύουμε τα αρχεία με κατάληξη 3gp, ώστε να είναι εφικτή η αναπαραγωγή από κάποιον video player. Για την εγκατάσταση του προγράμματος πρέπει να υπάρχει εγκατεστημένο στο σύστημα η εφαρμογή MPEG4IP.

Και εδώ ακολουθείται σχεδόν η ίδια διαδικασία. Αντιγράφουμε τον κώδικα της εφαρμογής app_mp4.c στον κατάλογο /asterisk/apps/ και στο αρχείο Makefile του καταλόγου προσθέτουμε την εφαρμογή ώστε να την μεταγλωττίσουμε με τον Asterisk:

```
app_mp4.so:app_mp4.o
$(CC) $(SOLINK) -o $@ ${CYGSOLINK} $< ${CYGSOLIB} -lmp4 -lmp4v2
```

Δημιουργούμε το Makefile του προγράμματος για να το μεταγλωττίσουμε και ενημερώνουμε τον Asterisk ότι πρόκειται για module προσθέτοντας στον πηγαίο κώδικα του app_mp4.c την οδηγία:

```
#Define AST_MODULE "MP4 application"
```

Τώρα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις λειτουργίες του προγράμματος στο dial plan του Asterisk. Μία απλή εφαρμογή είναι η εξής:

```
[default]
exten => 201, 1, Answer
exten => 201, 2, mp4save (/tmp/save.mp4)
exten => 201, 3, Hangup

exten => 202, 1, Answer
exten => 202, 2, mp4play (/tmp/save.mp4)
exten => 202, 3, Hangup
```

Καλώντας το extension 201 το πρόγραμμα θα καταγράψει την εισερχόμενη πληροφορία ήχου και βίντεο στο αρχείο save.mp4, και καλώντας στο 202 ο χρήστης θα δει την αναπαραγωγή του βίντεο στη συσκευή του. Οι συναρτήσεις του προγράμματος περιέχουν παραμέτρους με τις οποίες ο χρήστης μπορεί να σταματήσει την εγγραφή και να μεταβεί στην αναπαραγωγή του βίντεο ή να δώσει κάποια άλλη εντολή μέσω DTMF, προσφέροντας στην εφαρμογή διαδραστικότητα.

3.4 Εγκατάσταση εφαρμογών app_rtsp και app_transcoder

Το πρόγραμμα app_rtsp δίνει τη δυνατότητα αναπαραγωγής πολυμέσων από IP κάμερες ή από τον VLC player στα τερματικά κινητής τηλεφωνίας. Είναι σχεδιασμένο ώστε να παρέχει διοχέτευση rtsp δεδομένων πάνω από το http πρωτόκολλο για την αποφυγή προβλημάτων που προκύπτουν από κάποιο τείχος προστασίας που χρησιμοποιούν οι IP κάμερες. Καθώς πολλές δικτυακές κάμερες υποστηρίζουν μόνο MPEG4-2 βίντεο, χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την εφαρμογή μετατροπής βίντεο που παρέχει το app_transcoder. Για την εγκατάσταση του app_transcoder προαπαιτείται η εγκατάσταση του FFmpeg καθώς και της βιβλιοθήκης libavcodec.

Όπως και προηγουμένως αντιγράφουμε τον κώδικα στον κατάλογο των προγραμμάτων του Asterisk και προσθέτουμε στο Makefile τις προϋποθέσεις για την μεταγλώττιση του κώδικα μαζί με τον κώδικα του Asterisk. Επίσης πρέπει να δημιουργήσουμε τα Makefile αρχεία και για τις δύο εφαρμογές.

Για το app_transcoder προσθέτουμε στο Makefile του καταλόγου asterisk/apps:

```
app_transcoder.so : app_transcoder.o
$(CC) $(SOLINK) -o $@ ${CYGSOLINK} $< ${CYGSOLIB} -lavcodec
```

Μία απλή χρήση των προγραμμάτων, στο dial plan του Asterisk είναι η εξής:

```
[default]
exten => 201,1,Answer
exten
=>201,2,transcode(,s@camera,h263@qcif/fps=10/kb=52/qmin=4/qmax=1
2/gs=50)
exten => 201,3,HangUp

[camera]
```

```

exten => s,1,Answer
exten => s,2,rtsp(http://192.168.1.2/live.sdp)
exten => s,3,HangUp

```

Πραγματοποιώντας μία κλήση στο 201 δημιουργείται ένα νέο κανάλι στο camera context, το οποίο θα μετατρέψει το εισερχόμενο MPEG4-ES σε ένα κωδικοποιημένο H263 σήμα με τις συγκεκριμένες παραμέτρους.

```

[default]
exten => 201,1,Answer
exten => 201,2,rtsp(rtsp://192.168.1.1/live.sdp)
exten => 201,3,HangUp

```

Καλώντας το 201 θα δημιουργήσει μία σύνδεση του προγράμματος με τον rtsp διακομιστή και θα ξεκινήσει την αναπαραγωγή του περιεχομένου στο τερματικό που ξεκίνησε τη κλήση.

3.5 Εφαρμογές FFmpeg και Mpeg4ip

Το FFmpeg¹⁶ είναι ένα ελεύθερο λογισμικό για κωδικοποίηση, εγγραφή και μετατροπή ήχου και βίντεο. Είναι ένας πολύ γρήγορος μετατροπέας που έχει την ικανότητα να συλλαμβάνει δείγματα από μία ζωντανή πηγή ήχου και βίντεο.

Διαβάζει έναν τυχαίο αριθμό εισερχομένων αρχείων και εγγράφει τυχαίο αριθμό εξερχομένων αρχείων, τα οποία προσδιορίζονται από ένα όνομα αρχείου εξόδου. Κάθε αρχείο, εισερχόμενο/εξερχόμενο μπορεί να περιέχει ροή πολυμέσων (ήχος, βίντεο, υπότιτλοι, δεδομένα). Περιέχει βιβλιοθήκες κωδικοποίησης/αποκωδικοποίησης πολυμέσων (libavcodec), πολυπλεξίας (libavformat) και διάφορα εργαλεία (libavutil).

Για να είναι δυνατή η αποστολή βίντεο θα πρέπει να αποκωδικοποιηθεί στην μορφή που υποστηρίζει ένα τερματικό 3G-324M. Η κωδικοποίηση είναι απαραίτητη πριν την διαδικασία αποστολής ώστε να υπάρχει ταύτιση των δυνατοτήτων των δύο πλευρών. Η εφαρμογή FFmpeg είναι απαραίτητη για την μετατροπή των αρχείων βίντεο στη μορφή που υποστηρίζει το τερματικό του χρήστη.

Ένα άλλο απαραίτητο πρόγραμμα το οποίο είναι αναγκαίο για την κωδικοποίηση, τη μετάδοση και την αναπαραγωγή κωδικοποιημένου βίντεο, είναι το MPEG4IP¹⁷. Συγκαταλέγεται κι αυτό στα προγράμματα ελεύθερου λογισμικού και περιλαμβάνει πολλά από τα υπάρχοντα πακέτα ανοικτού πηγαίου κώδικα. Είναι ένα εργαλείο για μετάδοση βίντεο και ήχου σε πραγματικό χρόνο προσανατολισμένο προς τα πρότυπα. Υποστηρίζει πολλές μορφές κωδικοποίησης όπως MPEG-4, H.263, MPEG-2, H.261, MP3, AAC και AMR, έχει δυνατότητα εγγραφής αρχείων, διαθέτει πολλά βοηθητικά προγράμματα όπως δημιουργία αρχείου MP4 και hinting και διαθέτει έναν player για μετάδοση και αναπαραγωγή από τοπικά αρχεία.

Προκειμένου να συνδεθούν οι δύο εφαρμογές με τον Asterisk χρησιμοποιούμε την εφαρμογή app_mp4 που περιγράψαμε παραπάνω. Η διαδικασία σύνδεσης πάντως του MPEG4IP με το FFmpeg είναι αρκετά επίπονη. Ο λόγος είναι ότι το MPEG4IP έχει σταματήσει την ανάπτυξη του, η τελευταία έκδοση είναι από το 2006, ενώ το FFmpeg αναπτύσσεται συνεχώς. Έτσι κατά την διάρκεια της μεταγλώττισης του MPEG4IP, ο μεταγλωττιστής παραπονιέται για αρχεία που δεν βρίσκει, για headers τα οποία είτε δεν υπάρχουν ή έχουν μετακινηθεί καθώς και για λάθη στον κώδικα, αφού χρησιμοποιεί παλιά έκδοση μεταγλωττιστή.

Η καλύτερη επιλογή μορφής αρχείου βίντεο για μετάδοση πάνω από το δίκτυο 3G, είναι το 3gp, και αυτό γιατί μέχρι στιγμής σχεδόν όλα τα τερματικά που υποστηρίζουν βιντεοκλήση υποστηρίζουν σίγουρα κωδικοποίηση H.263.

Για την μετατροπή ενός αρχείου βίντεο σε μορφή που υποστηρίζουν τα τερματικά 3G-324M ακολουθείται η εξής διαδικασία μέσω του FFmpeg.

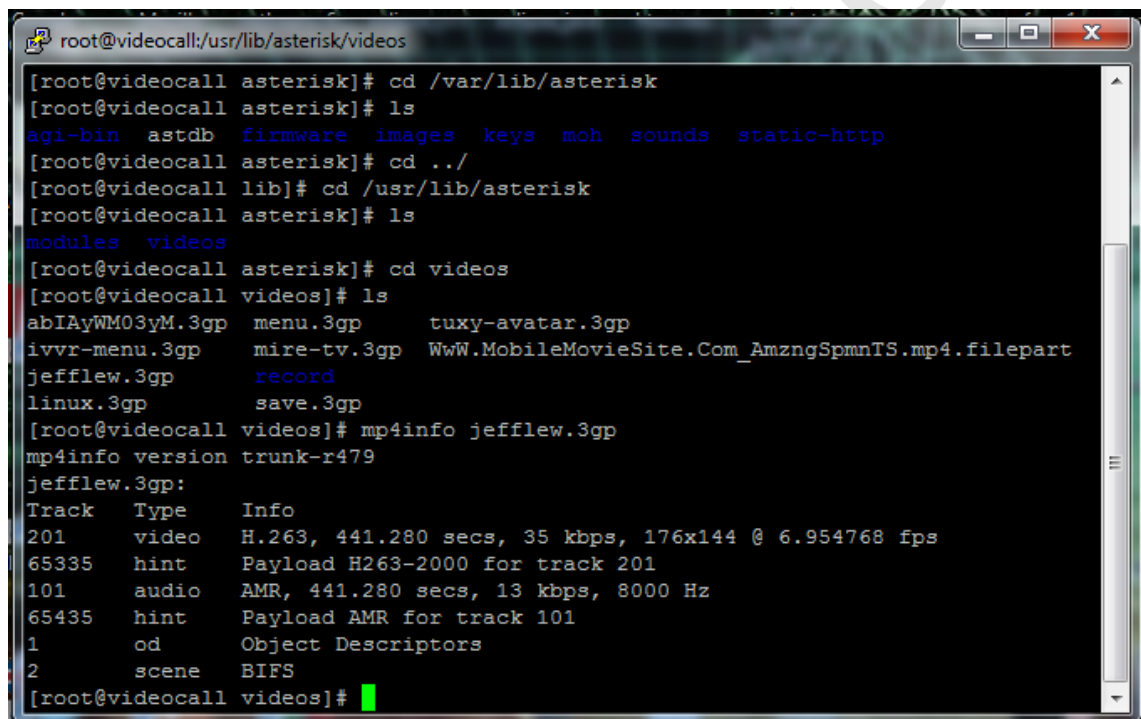
¹⁶ <http://ffmpeg.org/>

¹⁷ <http://mpeg4ip.sourceforge.net/>

```
ffmpeg -y -i test.avi -ab 12.2k -ac 1 -acodec amr_nb -ar 8000  
-vcodec h263 -r 10 -s qcif -b 44K -pass 1 -passlogfile log  
/usr/videodemo/test.mp4
```

Δίνεται ένα αρχείο εισόδου test.avi και δηλώνουμε στο FFmpeg να δημιουργήσει ένα αρχείο test.mp4 με κωδικοποίηση ήχου AMR και ρυθμό μετάδοσης 12.2kbps για τα δεδομένα ήχου και κωδικοποίηση βίντεο H.263 με μέγεθος πλαισίου QCIF και ρυθμό μετάδοσης στα 44kbps.

Μέσω του MPEG4IP μπορούμε να δούμε πληροφορίες για όποιο αρχείο θέλουμε. Στην εικόνα 3 βλέπουμε τα χαρακτηριστικά του αρχείου jefflew.3gp, με την εντολή mp4info. Για να μπορέσουμε να μεταδώσουμε το αρχείο θα πρέπει να εφαρμόσουμε την τεχνική hinting, η οποία ενημερώνει το σύστημα για το πως θα μεταδώσει τα κανάλια του ήχου και βίντεο.



```
root@videocall:/usr/lib/asterisk/videos  
[root@videocall asterisk]# cd /var/lib/asterisk  
[root@videocall asterisk]# ls  
agi-bin  astdb  firmware  images  keys  moh  sounds  static-http  
[root@videocall asterisk]# cd ../  
[root@videocall lib]# cd /usr/lib/asterisk  
[root@videocall asterisk]# ls  
modules  videos  
[root@videocall asterisk]# cd videos  
[root@videocall videos]# ls  
abIAyWM03yM.3gp  menu.3gp  tuxy-avatar.3gp  
ivvr-menu.3gp  mire-tv.3gp  WwW.MobileMovieSite.Com_AmzngSpmnTS.mp4.filepart  
jefflew.3gp      record  
linux.3gp        save.3gp  
[root@videocall videos]# mp4info jefflew.3gp  
mp4info version trunk-r479  
jefflew.3gp:  
Track  Type  Info  
201    video  H.263, 441.280 secs, 35 kbps, 176x144 @ 6.954768 fps  
65335  hint    Payload H263-2000 for track 201  
101    audio  AMR, 441.280 secs, 13 kbps, 8000 Hz  
65435  hint    Payload AMR for track 101  
1      od      Object Descriptors  
2      scene  BIFS  
[root@videocall videos]#
```

Εικόνα 3: πληροφορίες για το αρχείο jefflew.3p μέσω του MPEG4IP

4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

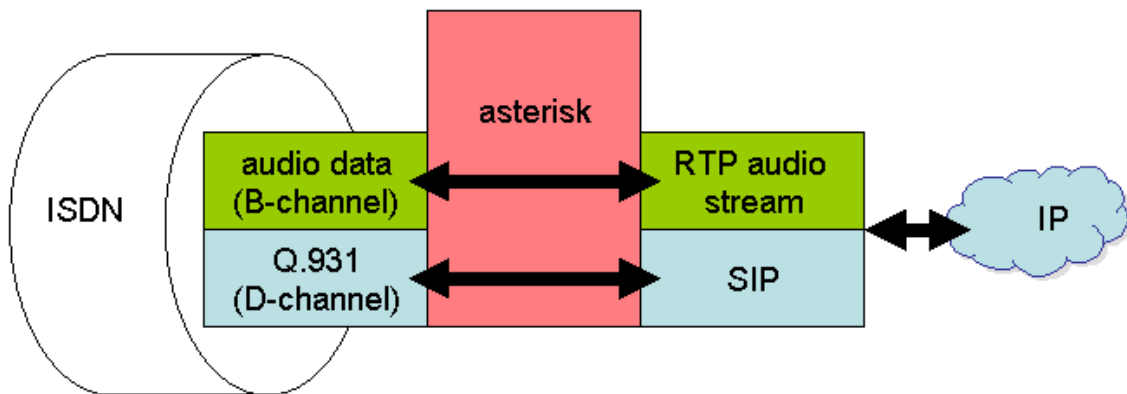
Μεθοδολογία και σχεδιασμός πειράματος

Το πρωτόκολλο 3G-324M όπως και ο προκάτοχος του H.324, είναι μία πολύπλοκη σουίτα πρωτοκόλλων με κάποιες προσαρμογές για την υποστήριξη 3G-324M τερματικών. Για τη χρήση του στο δίκτυο PSTN, χρησιμοποιείται ένα κανάλι δεδομένων των 64kbps. Συνεπώς χρησιμοποιείται ISDN Q.931¹⁸ σηματοδosis για την εγκατάσταση B-channel πριν από οποιαδήποτε H.324M δραστηριότητα.

Όταν η ISDN σηματοδosis ολοκληρωθεί, η διαδικασία εγκατάστασης θα προχωρήσει στο κανάλι B. Τα λογικά κανάλια φωνής, βίντεο και δεδομένων πολυπλέκονται από το πρωτόκολλο H.223 πάνω από το B-channel. Ένα λογικό κανάλι καθιερώνεται σιωπηρά για την ενεργοποίηση του ελέγχου κλήσης από το H.245. Ανάλογα με το επίπεδο του H.223 που χρησιμοποιείται, τα πακέτα διαχωρίζονται με τη χρήση HDLC ενδείξεων (01111110) (επίπεδο 0), 16 bit (επίπεδο 1) ή ακόμα πιο πολύπλοκες ενδείξεις (επίπεδα 2 και 3).

Αμέσως μετά την εγκαθίδρυση του B-channel, τα δύο μέρη πρέπει να συμφωνήσουν στα επίπεδα του H.223. Για τον σκοπό αυτό μεταδίδουν διαδοχικά σήματα ενδείξεων για να υποδηλώσουν τα επίπεδα. Ταυτόχρονα οι παραλήπτες αναλύουν τα μηνύματα για να αναγνωρίσουν το επίπεδο του αποστολέα. Αν τα επίπεδα διαφέρουν, τα δύο μέρη επιλέγουν τα επίπεδα που υποστηρίζουν και οι δύο.

Πρακτικά, για την επίτευξη του στόχου της εργασίας, που είναι η λήψη και η μετάδοση βιντεοκλήσης από και προς το δίκτυο 3G κινητής τηλεφωνίας (διασύνδεση 3G-324M – ISDN και 3G-324M - SIP) είναι απαραίτητη η χρήση μηνυμάτων capabilities του H.245 καθώς και η χρήση του User Information Layer 1 του Q.931 σηματοδosis ειδικά για ISDN. Στο σχήμα 14 περιγράφεται η διαδικασία μιας φωνητικής κλήσης από το δίκτυο ISDN προς το IP δίκτυο. Σε μία φωνητική κλήση η μετάφραση γίνεται από SIP σε ISDN (D-channel), ενώ τα δεδομένα ήχου RTP μεταφράζονται στο B-channel.

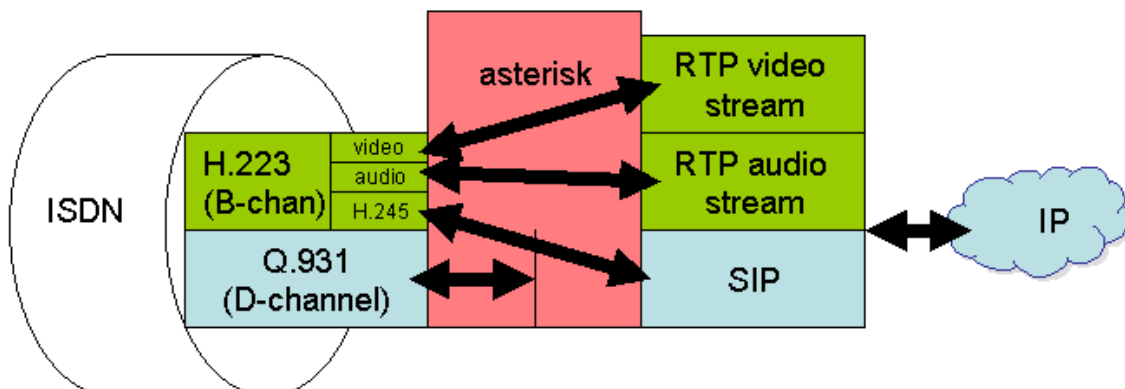


Σχήμα 14: ISDN - SIP call

Η διαφορά σε μία βιντεοκλήση 3G-324M, είναι ότι το SIP πρωτόκολλο μεταφράζεται στο H.245, ενώ τα δεδομένα ήχου και video στους κωδικοποιητές φωνής και video (AMR και H263/MPEG-4), και όλα μαζί πολυπλέκονται στο B-channel.

¹⁸ Το πρωτόκολλο σηματοδosis Q.931 είναι μία προδιαγραφή της ITU-T, ελέγχου κλήσης για το ISDN. Το Q.931 διαχειρίζεται την εγκαθίδρυση και τον τερματισμό της σύνδεσης μεταξύ δύο τερματικών πάνω στο ISDN D κανάλι.

Αμφίδρομες υπηρεσίες video πάνω από το δίκτυο 3G



Σχήμα 15: 3G-324M/ISDN - SIP call

Για να μπορεί ο Asterisk, να ξεχωρίζει αν μία κλήση που φτάνει στο σύστημα είναι φωνητική ή περιέχει βίντεο, χρησιμοποιούμε το επίπεδο πληροφορίας Information Transfer Capability του Q.931.

Bits	Information Transfer Capability
00000	Speech
01000	Unrestricted digital information
01001	Restricted digital information
10000	3,1 kHz audio
10001	7 kHz audio
11000	video

Πίνακας 3: Τιμές στο επίπεδο πληροφορίας του Q.931

Στο dial plan, προγραμματίζουμε τον Asterisk, ώστε όταν δέχεται μία εισερχόμενη κλήση να ελέγχει αν το Transfer Capability έχει τιμή Unrestricted digital. Αν ναι, τότε στο επόμενο βήμα χρησιμοποιεί τη λειτουργία h324m gateway του προγράμματος app_h324m, η οποία δημιουργεί ένα λογικό κανάλι και δρομολογεί την κλήση. Στη συνέχεια αποκωδικοποιεί τα δεδομένα και τα εξάγει σε πλαίσια τα οποία μπορεί να χειριστεί ο Asterisk. Αν όχι, θεωρούμε ότι η κλήση είναι μόνο φωνή και τη στέλνουμε σε ένα extension για να απαντηθεί.

Στο dial plan που θα φτιάξουμε, χρησιμοποιούμε τρεις λειτουργίες σχετικά με την εισερχόμενη κλήση: αναπαραγωγή βίντεο, εγγραφή βίντεο και αναπαραγωγή, και επαναμετάδοση.

```
[from-misdn]
```

```
exten => 2108970881,1,GotoIf ($[${TRANSFERCAPABILITY}=DIGITAL]?10:20)
exten => 2108970881,10,h324m_gw(menu@playvideo)
exten => 2108970881,20,Dial(SIP/208)
exten => 2108970881,n,Playback(noaudiocall)
exten => 2108970881,n,Hangup()

exten => 2108970868,1,GotoIf ($[${TRANSFERCAPABILITY}=DIGITAL]?10:20)
exten => 2108970868,10,h324m_gw(menu@mp4save)
exten => 2108970868,20,Dial(SIP/208)
exten => 2108970868,n,Hangup()

exten => 2108970882,1,GotoIf ($[${TRANSFERCAPABILITY}=DIGITAL]?10:20)
exten => 2108970882,10,h324m_gw(echo@echo)
exten => 2108970882,20,Dial(SIP/208)
exten => 2108970882,n,Hangup()
```

4.1 Επιστροφή βίντεο μέσω της λειτουργίας video loopback

Αρχικά, δοκιμάζουμε αν το πρόγραμμα h324m μπορεί να δεχθεί εισερχόμενη βιντεοκλήση 3G-324M. Για το σκοπό αυτό θα εξετάσουμε τη λειτουργία video_loopback, η οποία επιστρέφει πίσω στον χρήστη του 3G τερματικού, μόνο τα δεδομένα βίντεο στη μορφή 3G-324M πλαίσιων χωρίς να μετατρέπονται σε πλαίσια που υποστηρίζει ο Asterisk (ast_frame). Το dialplan για τη συγκεκριμένη περίπτωση έχει την εξής μορφή:

```
[from-misdn]
exten => 2108970882,1,GotoIf ($[${TRANSFERCAPABILITY}=DIGITAL]?10:20)
exten => 2108970882,10,h324m_gw(310@video_loopback)
exten => 2108970882,20,Dial(SIP/208)
exten => 2108970882,n,Hangup()

[video_loopback]
exten => 310,1,video_loopback()
exten => 310,n,Hangup()
```

Ο Asterisk, ειδοποιείται ότι υπάρχει μία εισερχόμενη κλήση, οπότε εγκαθιστά ένα κανάλι ISDN (chan_misdn) για να μπορεί να τη διαχειριστεί. Διαβάζει τις παραμέτρους και τα μηνύματα από το κανάλι, τι κανάλι είναι (TE mode), τον τύπο της κλήσης (Unres Digital), τον codec (Alaw) και προχωρά στη διαχείριση ανάλογα με το dial plan. Συγκρίνει το bearer capability και περνάει τη κλήση στο πρόγραμμα h324m. Το h324m δέχεται τη κλήση, αποκωδικοποιεί τα h324m δεδομένα και εξάγει τα δεδομένα βίντεο και φωνής σε ένα τοπικό λογικό κανάλι και χρησιμοποιώντας τη λειτουργία video_loopback() επιστρέφει τα βίντεο δεδομένα πίσω. Η εικόνα 4, δείχνει ακριβώς τη λειτουργία που περιγράψαμε.

Η εικόνα 3 δείχνει την λειτουργία του video_loopback. Το βίντεο στο μικρό πλαίσιο πάνω αριστερά στην οθόνη (δίπλα από την ένδειξη του 3G σήματος) είναι το βίντεο που μεταδίδει το τερματικό, και στο κυρίως πλαίσιο η επαναμετάδοση του βίντεο από τον Asterisk.



Εικόνα 4: Επιστροφή βίντεο στο τερματικό

```

root@videocall:~
P[ 1] set_channel: bc->channel:0 channel:1
P[ 1] I IND :NEW_CHANNEL oad:6933166979 dad:2108970882 pid:42 state:none
P[ 1] --> channel:1 mode:TE cause:16 ocause:16 rad: cad:
P[ 1] --> info_dad: onumplan:0 dnumplan:4 rnumplan: cpnumplan:0
P[ 1] --> caps:Unres Digital pi:0 keypad: sending_complete:1
P[ 1] Chan not existing at the moment bc->l3id:20024 bc:0x8877c14 event:NEW_CHAN
P[ 1] NO USERESRINFO
P[ 1] --> found chan (preselected): 1
P[ 1] --> TRANSPARENT Mode
P[ 1] I IND :SETUP oad:6933166979 dad:2108970882 pid:42 state:none
P[ 1] --> channel:1 mode:TE cause:16 ocause:16 rad: cad:
P[ 1] --> info_dad: onumplan:0 dnumplan:4 rnumplan: cpnumplan:0
P[ 1] --> caps:Unres Digital pi:0 keypad: sending_complete:1
P[ 1] --> Bearer: Unres Digital
P[ 1] --> Codec: Alaw
P[ 1] --> Bearer: Unres Digital
P[ 1] --> Codec: Alaw
P[ 0] --> * NEW CHANNEL dad:2108970882 oad:6933166979
P[ 1] read_config: Getting Config
P[ 1] --> CONF HDLC
P[ 1] --> Ithink this is incoming call
P[ 1] --> CTON: Unknown
P[ 1] --> EXPORT PID: pid:42
P[ 1] --> PRES: Restricted (0)
P[ 1] --> SCREEN: Unscreened (0)
P[ 1] I SEND:PROCEEDING oad:6933166979 dad:2108970882 pid:42
P[ 1] --> channel:1 mode:TE cause:16 ocause:16 rad: cad:
P[ 1] --> info_dad: onumplan:0 dnumplan:4 rnumplan: cpnumplan:0
P[ 1] --> caps:Unres Digital pi:0 keypad: sending_complete:1
-- Executing [2108970882@from-misdn:1] GotoIf("mISDN/1-u46", "1?10:20") in n
-- Goto (from-misdn,2108970882,10)
-- Executing [2108970882@from-misdn:10] h324m_gw("mISDN/1-u46", "310@video_1
[Jun 12 02:16:19] DEBUG[7705]: app_h324m.c:959 app_h324m_gw: h324m_gw
P[ 1] BCHAN: bchan ACT Confirm pid:42
-- Executing [310@video_loopback:1] h324m_gw_answer("Local/310@video_loopbac
[Jun 12 02:16:19] DEBUG[7707]: app_h324m.c:1538 app_h324m_gw_answer: >h324m_gw_a
P[ 1] * ANSWER:
P[ 1] --> Connection is without BF encryption
P[ 1] --> None
P[ 1] --> empty cad using dad
P[ 1] I SEND:CONNECT oad:6933166979 dad:2108970882 pid:42
P[ 1] --> channel:1 mode:TE cause:16 ocause:16 rad: cad:2108970882
P[ 1] --> info_dad: onumplan:0 dnumplan:4 rnumplan: cpnumplan:0
P[ 1] --> caps:Unres Digital pi:0 keypad: sending_complete:1

```

Εικόνα 5: video_loopback λειτουργία

4.2 Δοκιμή Echo

Με τη λειτουργία echo() η οποία είναι μία default λειτουργία του Asterisk, θα διαπιστώσουμε αν γίνεται σωστά η μετατροπή των δεδομένων μίας βιντεοκλήσης 3G-324M, σε frames του Asterisk, ώστε να μπορεί να τα διαχειριστεί. Το dial plan είναι το ακόλουθο:

```

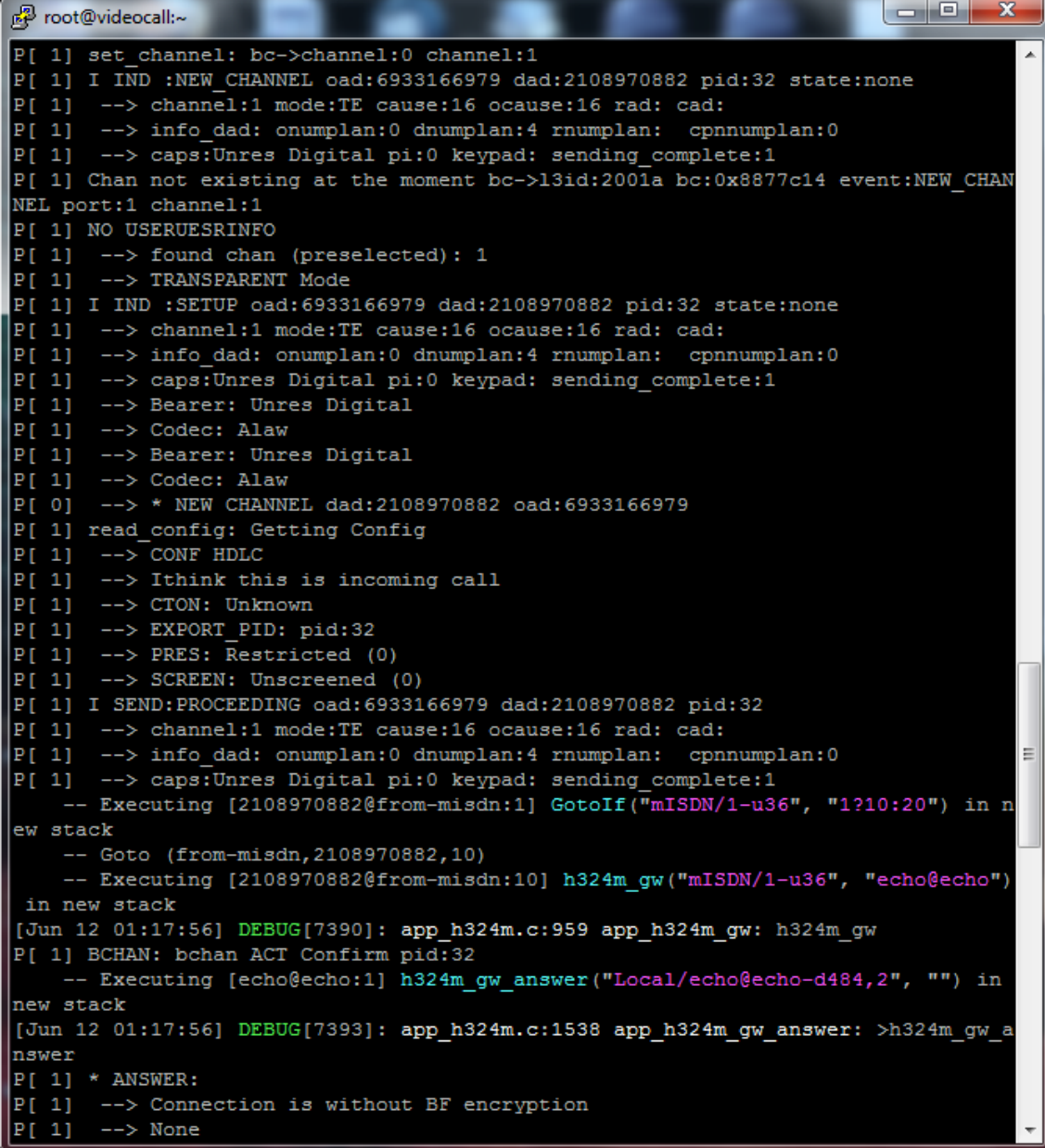
[from-misdn]
exten => 2108970882,1,GotoIf(${${TRANSFERCAPABILITY}=DIGITAL}?10:20)
exten => 2108970882,10,h324m_gw(310@echo)
exten => 2108970882,20,Dial(SIP/208)
exten => 2108970882,n,Hangup()

```



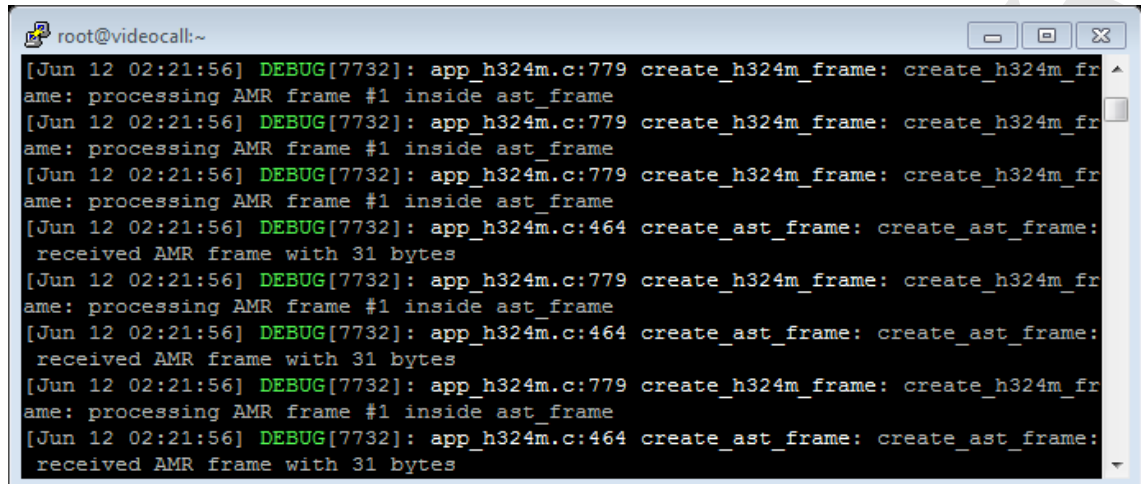
```
[echo]
exten => 310,n,Echo()
exten => 310,n,Hangup()
```

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι παρόμοια με τη διαδικασία που περιγράψαμε και στη λειτουργία video loopback, με τη διαφορά ότι τώρα γίνεται μετατροπή των πλαισίων h324m στη μορφή του Asterisk frame.



```
root@videocall:~
P[ 1] set_channel: bc->channel:0 channel:1
P[ 1] I IND :NEW_CHANNEL oad:6933166979 dad:2108970882 pid:32 state:none
P[ 1] --> channel:1 mode:TE cause:16 ocause:16 rad: cad:
P[ 1] --> info_dad: onumplan:0 dnumplan:4 rnumplan: cpnumplan:0
P[ 1] --> caps:Unres Digital pi:0 keypad: sending_complete:1
P[ 1] Chan not existing at the moment bc->l3id:2001a bc:0x8877c14 event:NEW_CHAN
NEL port:1 channel:1
P[ 1] NO USERESRINFO
P[ 1] --> found chan (preselected): 1
P[ 1] --> TRANSPARENT Mode
P[ 1] I IND :SETUP oad:6933166979 dad:2108970882 pid:32 state:none
P[ 1] --> channel:1 mode:TE cause:16 ocause:16 rad: cad:
P[ 1] --> info_dad: onumplan:0 dnumplan:4 rnumplan: cpnumplan:0
P[ 1] --> caps:Unres Digital pi:0 keypad: sending_complete:1
P[ 1] --> Bearer: Unres Digital
P[ 1] --> Codec: Alaw
P[ 1] --> Bearer: Unres Digital
P[ 1] --> Codec: Alaw
P[ 0] --> * NEW CHANNEL dad:2108970882 oad:6933166979
P[ 1] read_config: Getting Config
P[ 1] --> CONF HDLC
P[ 1] --> Ithink this is incoming call
P[ 1] --> CTON: Unknown
P[ 1] --> EXPORT_PID: pid:32
P[ 1] --> PRES: Restricted (0)
P[ 1] --> SCREEN: Unscreened (0)
P[ 1] I SEND:PROCEEDING oad:6933166979 dad:2108970882 pid:32
P[ 1] --> channel:1 mode:TE cause:16 ocause:16 rad: cad:
P[ 1] --> info_dad: onumplan:0 dnumplan:4 rnumplan: cpnumplan:0
P[ 1] --> caps:Unres Digital pi:0 keypad: sending_complete:1
-- Executing [2108970882@from-misdn:1] GotoIf("mISDN/1-u36", "1?10:20") in n
ew stack
-- Goto (from-misdn,2108970882,10)
-- Executing [2108970882@from-misdn:10] h324m_gw("mISDN/1-u36", "echo@echo")
in new stack
[Jun 12 01:17:56] DEBUG[7390]: app_h324m.c:959 app_h324m_gw: h324m_gw
P[ 1] BCHAN: bchan ACT Confirm pid:32
-- Executing [echo@echo:1] h324m_gw_answer("Local/echo@echo-d484,2", "") in
new stack
[Jun 12 01:17:56] DEBUG[7393]: app_h324m.c:1538 app_h324m_gw_answer: >h324m_gw_a
nswer
P[ 1] * ANSWER:
P[ 1] --> Connection is without BF encryption
P[ 1] --> None
```

Εικόνα 6: Λειτουργία echo()

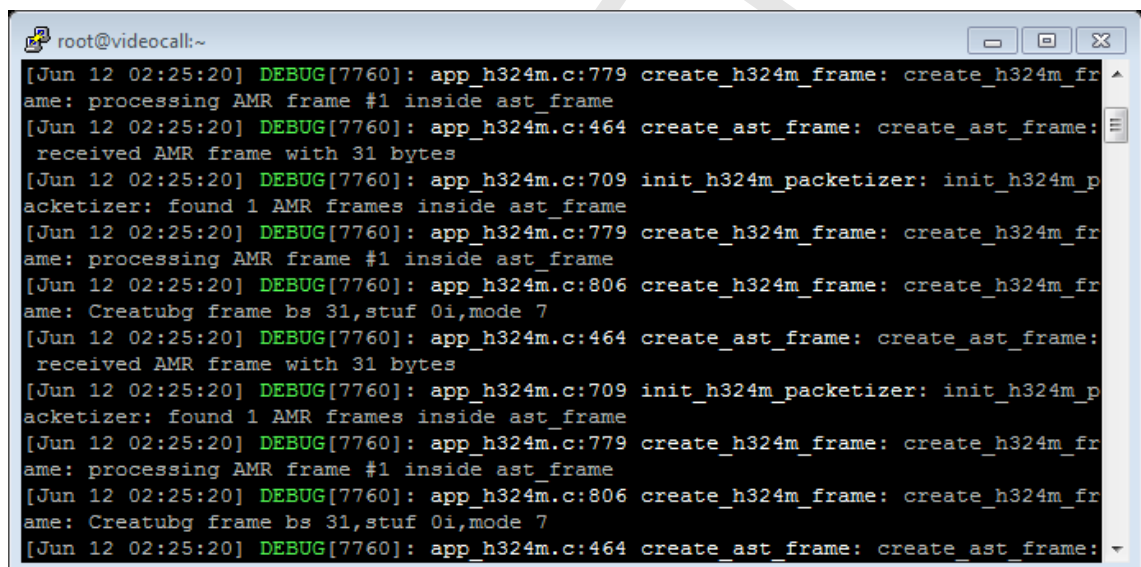


```

root@videocall:~
[Jun 12 02:21:56] DEBUG[7732]: app_h324m.c:779 create_h324m_frame: create_h324m_fr
ame: processing AMR frame #1 inside ast_frame
[Jun 12 02:21:56] DEBUG[7732]: app_h324m.c:779 create_h324m_frame: create_h324m_fr
ame: processing AMR frame #1 inside ast_frame
[Jun 12 02:21:56] DEBUG[7732]: app_h324m.c:464 create_ast_frame: create_ast_frame:
received AMR frame with 31 bytes
[Jun 12 02:21:56] DEBUG[7732]: app_h324m.c:779 create_h324m_frame: create_h324m_fr
ame: processing AMR frame #1 inside ast_frame
[Jun 12 02:21:56] DEBUG[7732]: app_h324m.c:464 create_ast_frame: create_ast_frame:
received AMR frame with 31 bytes
[Jun 12 02:21:56] DEBUG[7732]: app_h324m.c:779 create_h324m_frame: create_h324m_fr
ame: processing AMR frame #1 inside ast_frame
[Jun 12 02:21:56] DEBUG[7732]: app_h324m.c:464 create_ast_frame: create_ast_frame:
received AMR frame with 31 bytes

```

Εικόνα 7: Αποκωδικοποίηση δεδομένων στη λειτουργία video_loopback()



```

root@videocall:~
[Jun 12 02:25:20] DEBUG[7760]: app_h324m.c:779 create_h324m_frame: create_h324m_fr
ame: processing AMR frame #1 inside ast_frame
[Jun 12 02:25:20] DEBUG[7760]: app_h324m.c:464 create_ast_frame: create_ast_frame:
received AMR frame with 31 bytes
[Jun 12 02:25:20] DEBUG[7760]: app_h324m.c:709 init_h324m_packetizer: init_h324m_p
acketizer: found 1 AMR frames inside ast_frame
[Jun 12 02:25:20] DEBUG[7760]: app_h324m.c:779 create_h324m_frame: create_h324m_fr
ame: processing AMR frame #1 inside ast_frame
[Jun 12 02:25:20] DEBUG[7760]: app_h324m.c:806 create_h324m_frame: create_h324m_fr
ame: Creatubg frame bs 31,stuf 0i,mode 7
[Jun 12 02:25:20] DEBUG[7760]: app_h324m.c:464 create_ast_frame: create_ast_frame:
received AMR frame with 31 bytes
[Jun 12 02:25:20] DEBUG[7760]: app_h324m.c:709 init_h324m_packetizer: init_h324m_p
acketizer: found 1 AMR frames inside ast_frame
[Jun 12 02:25:20] DEBUG[7760]: app_h324m.c:779 create_h324m_frame: create_h324m_fr
ame: processing AMR frame #1 inside ast_frame
[Jun 12 02:25:20] DEBUG[7760]: app_h324m.c:806 create_h324m_frame: create_h324m_fr
ame: Creatubg frame bs 31,stuf 0i,mode 7
[Jun 12 02:25:20] DEBUG[7760]: app_h324m.c:464 create_ast_frame: create_ast_frame:

```

Εικόνα 8: Αποκωδικοποίηση και μετατροπή πλαισίων h324m σε Asterisk frame με τη λειτουργία echo()

Η λειτουργία echo() επιστρέφει πίσω τα δεδομένα βίντεο και φωνής αφού έχει γίνει η μετατροπή των πλαισίων από G-324M σε πλαίσια του Asterisk και ξανά μετατροπή των πλαισίων του Asterisk σε πλαίσια 3G-324M.

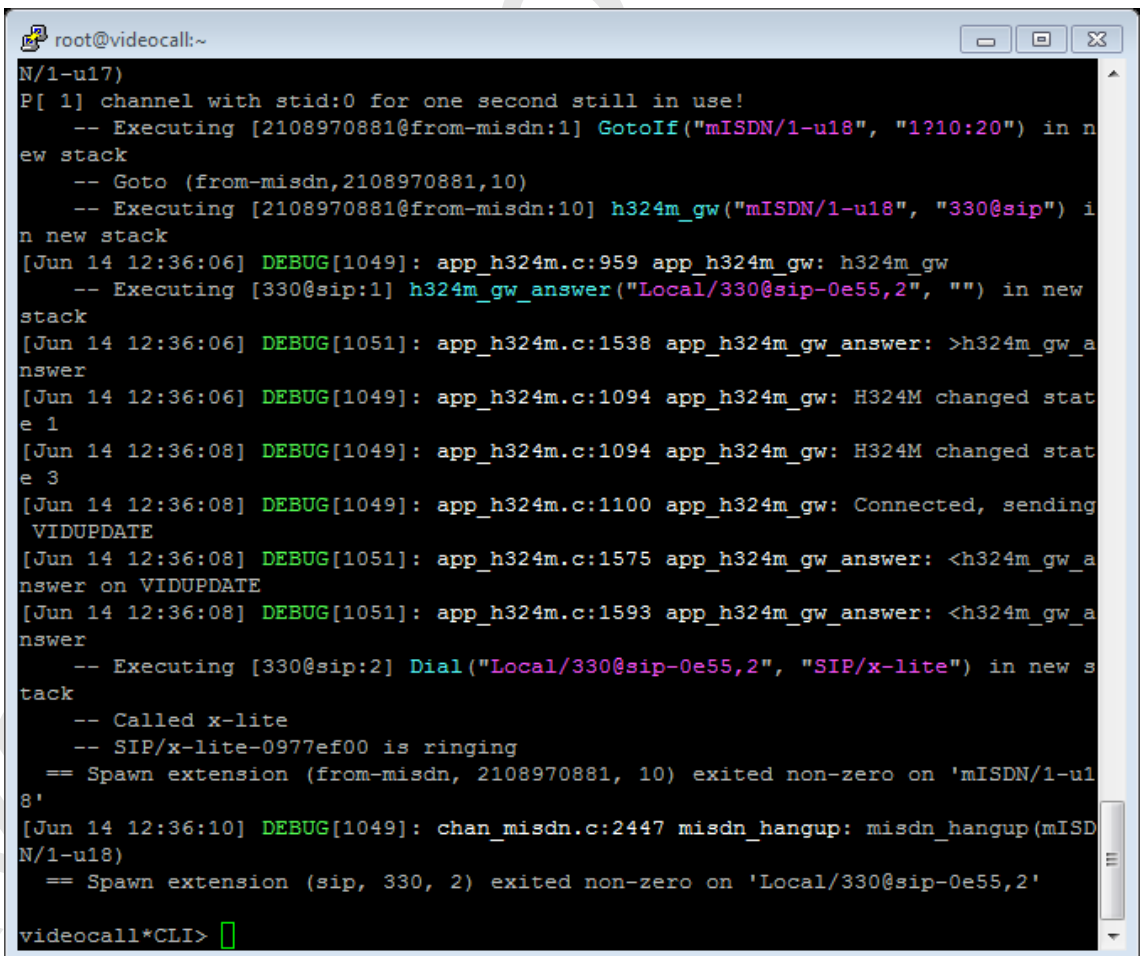
4.3 Βιντεοκλήση από 3G-324M σε SIP

Για την πραγματοποίηση βιντεοδιάσκεψης από τερματικό 3G προς δίκτυο IP, θα χρησιμοποιήσουμε το x-lite softphone εγκατεστημένο σε έναν προσωπικό υπολογιστή. Το x-lite υποστηρίζει τους κωδικοποιητές βίντεο H.263 και H.263+, και τον G723,1 κωδικοποίηση ήχου, για την υποστήριξη βιντεοκλήσης από το δίκτυο 3G. Η εικόνα από το x-lite προς τη συσκευή 3G, γίνεται μέσω web κάμερας. Η κλήση δρομολογείται από τον Asterisk προς το extension 330 που είναι το x-lite. Η ποιότητα της εικόνας είναι αρκετά καλή και στα δύο άκρα της επικοινωνίας όπως φαίνεται παρακάτω και από τις εικόνες.

```
[from-misdn]

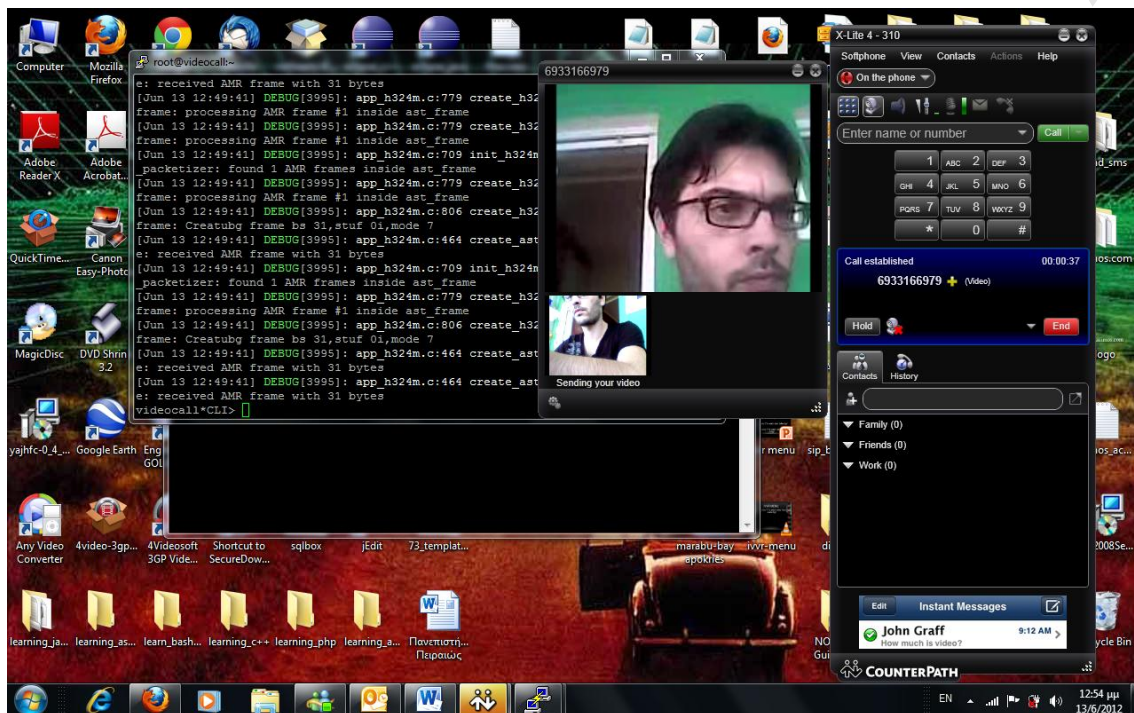
exten => 2108970881,1,GotoIf ($[${TRANSFERCAPABILITY}=DIGITAL]?10:20)
exten => 2108970881,10,h324m_gw(330@sip)
exten => 2108970881,20,Dial(SIP/208)
exten => 2108970881,n,Playback(noaudiocall)
exten => 2108970881,n,Hangup()

[sip]
exten => 330,1,h324m_gw_answer()
exten => 330,2,DIAL(SIP/x-lite)
exten => 330,3,Hangup()
```



```
root@videocall:~
N/1-u17)
P[ 1] channel with stid:0 for one second still in use!
-- Executing [2108970881@from-misdn:1] GotoIf("mISDN/1-u18", "1?10:20") in new stack
-- Goto (from-misdn,2108970881,10)
-- Executing [2108970881@from-misdn:10] h324m_gw("mISDN/1-u18", "330@sip") in new stack
[Jun 14 12:36:06] DEBUG[1049]: app_h324m.c:959 app_h324m_gw: h324m_gw
-- Executing [330@sip:1] h324m_gw_answer("Local/330@sip-0e55,2", "") in new stack
[Jun 14 12:36:06] DEBUG[1051]: app_h324m.c:1538 app_h324m_gw_answer: >h324m_gw_answer
[Jun 14 12:36:06] DEBUG[1049]: app_h324m.c:1094 app_h324m_gw: H324M changed state 1
[Jun 14 12:36:08] DEBUG[1049]: app_h324m.c:1094 app_h324m_gw: H324M changed state 3
[Jun 14 12:36:08] DEBUG[1049]: app_h324m.c:1100 app_h324m_gw: Connected, sending VIDUPDATE
[Jun 14 12:36:08] DEBUG[1051]: app_h324m.c:1575 app_h324m_gw_answer: <h324m_gw_answer on VIDUPDATE
[Jun 14 12:36:08] DEBUG[1051]: app_h324m.c:1593 app_h324m_gw_answer: <h324m_gw_answer
-- Executing [330@sip:2] Dial("Local/330@sip-0e55,2", "SIP/x-lite") in new stack
-- Called x-lite
-- SIP/x-lite-0977ef00 is ringing
== Spawn extension (from-misdn, 2108970881, 10) exited non-zero on 'mISDN/1-u18'
[Jun 14 12:36:10] DEBUG[1049]: chan_misdn.c:2447 misdn_hangup: misdn_hangup(mISDN/1-u18)
== Spawn extension (sip, 330, 2) exited non-zero on 'Local/330@sip-0e55,2'
videocall*CLI>
```

Εικόνα 9: Διαδικασία δρομολόγησης κλήσης προς το x-lite



Εικόνα 10: Βιντεοδιάσκεψη τερματικού 3G-324M και x-lite softphone

4.4 Interactive Voice and Video Response

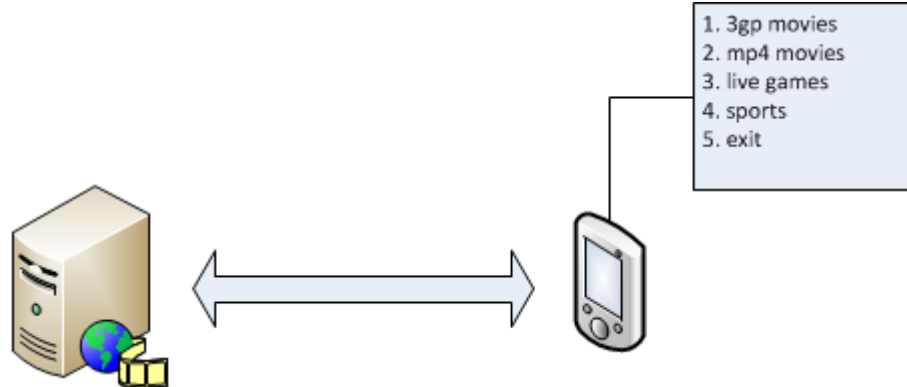
Η λειτουργία Interactive voice and video response (IVVR) επιτρέπει την παροχή διαδραστικών υπηρεσιών video στους χρήστες του δικτύου 3G. Ο όρος IVVR προέρχεται από το interactive voice response (IVR), μία διαδραστική υπηρεσία περιεχομένου-προς χρήστη, η οποία επιτρέπει στον καλών να ανακτά πληροφορίες, να κάνει κρατήσεις και να συνδέεται με άλλη υπηρεσία τηλεφωνικά, ανάλογα με την επιλογή του.

Οι IVR εφαρμογές συνήθως αναπτύσσονται με VoiceXML¹⁹ για να περιγράψουν μία σειρά από φωνητικά μενού, μέσω των οποίων ο χρήστης που κάλεσε την εφαρμογή έχει να διαλέξει από μια σειρά επιλογών ή να προχωρήσει σε φωνητικά αιτήματα, εφόσον το IVR σύστημα υποστηρίζει αναγνώριση φωνής. Ανάλογα με την επιλογή του χρήστη, το σύστημα αναπαράγει ηχογραφημένα μηνύματα ή δρομολογεί την κλήση σε κάποια άλλη εφαρμογή ή σε κάποιον άλλο χρήστη.

Ο σχεδιασμός μίας IVR υπηρεσίας αντιμετωπίζει βασικούς περιορισμούς καθώς πρόκειται για ακουστική υπηρεσία. Ο διάλογος πρέπει να είναι απλός και κατανοητός από τον χρήστη, για αυτό και ο αριθμός των επιλογών πρέπει να είναι περιορισμένος. Η ανάπτυξη πολύπλοκων τμημάτων με πολλές και ένθετες επιλογές μπορεί να κουράσει τον χρήστη, ο οποίος θα πρέπει να «σκάψει» αρκετά μέχρι να εξυπηρετηθεί ή να έχει πολύ καλή μνήμη ώστε να θυμάται τη σειρά των επιλογών. Η καλύτερη συνταγή είναι η δημιουργία σύντομων φωνητικών μενού με λίγες επιλογές που να οδηγούν τον χρήστη βήμα-βήμα, δίνοντας του πάντα την επιλογή επιστροφής σε κάποιο προηγούμενο βήμα.

¹⁹ Το VoiceXML είναι ένα πρότυπο XML από το W3C, για τον προσδιορισμό φωνητικών διαλόγων μεταξύ ανθρώπου-υπολογιστή. Επιτρέπει την ανάπτυξη φωνητικών εφαρμογών παρόμοια με την ανάπτυξη οπτικών εφαρμογών περιεχομένου HTML. Όπως και στα έγγραφα HTML υπάρχει η μεσολάβηση ενός διερμηνευτή κειμένου (web browser) έτσι και στα έγγραφα VoiceXML, υπάρχει η μεσολάβηση ενός διερμηνευτή φωνής.

Αμφίδρομες υπηρεσίες video πάνω από το δίκτυο 3G



Εικόνα 11: IVVR εφαρμογή

Οι IVVR εφαρμογές μπορεί να είναι από απλές IVR εφαρμογές με οπτικά βοηθήματα, προσθέτοντας σε αυτές μία γραφική παρουσίαση ή προβολή διαφανειών, μέχρι την ανάκτηση πληροφοριών από video εφαρμογές. Ο πιο απλός και συνηθισμένος τρόπος διαδραστικότητας είναι μέσω της αποστολής DTMF σημάτων που αποστέλλονται όταν ο χρήστης χρησιμοποιεί το πληκτρολόγιο της κινητής συσκευής. Για τον σκοπό της εργασίας θα δημιουργήσουμε μία διαφάνεια η οποία θα προτρέπει τον χρήστη να επιλέξει μέσω DTMF σημάτων το βίντεο προς αναπαραγωγή.

Για την δημιουργία IVVR χρησιμοποιούμε τη λειτουργία Goto() η οποία είναι ενσωματωμένη στον Asterisk. Η λειτουργία μας επιτρέπει να δώσουμε λογική στο dial plan μας εκτελώντας διαφορετικές ενέργειες βασισμένες στην εισαγωγή παραμέτρων από τον χρήστη. Η Goto() χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να μεταφέρουμε την κλήση από ένα τμήμα του dial plan σε ένα άλλο. Η σύνταξη της είναι η εξής: Goto(context, extension, priority).

Αρχικά περνάμε την κλήση στο context όπου θα χτίσουμε το dial plan ώστε να δώσουμε στον Asterisk διαδραστικότητα (play_video).

```
[from-misdn]
exten => 2108970881,1,GotoIf ($[${TRANSFERCAPABILITY}=DIGITAL]?10:20)
exten => 2108970881,10,h324m_gw(menu@play_video)
exten => 2108970881,20,Dial(SIP/208)
exten => 2108970881,n,Playback(noaudiocall)
exten => 2108970881,n,Hangup()
```

Στο context ορίζουμε την αρχική ενέργεια που θα εκτελέσει ο Asterisk όταν δέχεται μία εισερχόμενη βιντεοκλήση και η οποία είναι η αναπαραγωγή του αρχείου ivvr-menu.3gp. Αν η αναπαραγωγή τελειώσει χωρίς ο χρήστης να προβεί σε κάποια ενέργεια, τότε το dial plan επαναλαμβάνει το βήμα 3. Σε περίπτωση εισαγωγής ενέργειας από τον χρήστη, ακολουθούν οι επιλογές της Goto(). Αν ο χρήστης πατήσει το πλήκτρο 1 στο τερματικό, τότε η εντολή Goto() μεταφέρει την κλήση στο τμήμα που αναφέρει (jefflew), το πλήκτρο 2 στο επόμενο τμήμα (linux) και ούτω καθεξής. Σε κάθε εισαγωγή του χρήστη, το dial plan επιστρέφει στην αρχική ενέργεια στο βήμα 3, όπου και περιμένει την επόμενη ενέργεια.

```
[play_video]
exten => menu,1,h324m_gw_answer()
exten => menu,2,Wait(1)
exten => menu,3,mp4play(/usr/lib/asterisk/videos/ivvr-menu.3gp)
exten => menu,4,Goto(3)
exten => 1,1,Goto(jefflew|video|1)
exten => 2,1,Goto(linux|video|1)
exten => 3,1,Goto(mire-tv|video|1)
```

```
[jefflew]
exten => video,1,Wait(1)
exten => video,2,mp4play(/usr/lib/asterisk/videos/jefflew.3gp)
exten => video,3,Goto(play_video|menu|2)
exten => _X,1,Goto(play_video|menu|2)

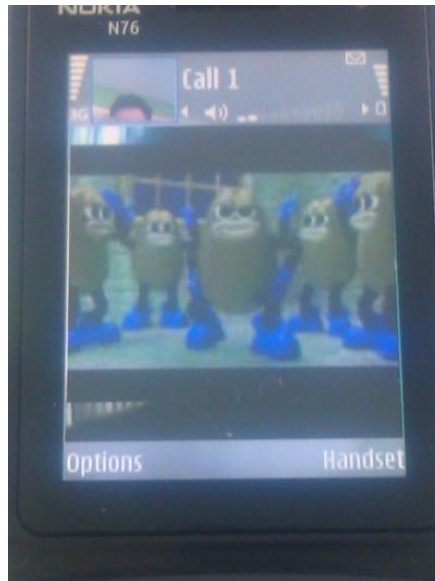
[linux]
exten => video,1,Wait(1)
exten => video,2,mp4play(/usr/lib/asterisk/videos/linux.3gp)
exten => video,3,Goto(play_video|menu|2)
exten => _X,1,Goto(play_video|menu|2)

[mire-tv]
exten => video,1,Wait(1)
exten => video,2,mp4play(/usr/lib/asterisk/videos/mire-tv.3gp)
exten => video,3,Goto(play_video|menu|2)
exten => _X,1,Goto(play_video|menu|2)
```

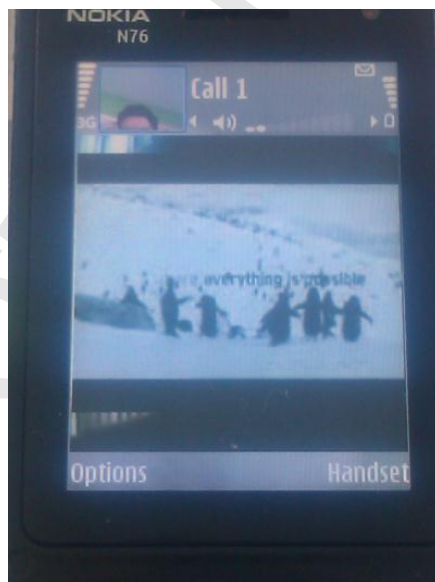
Παρακάτω ακολουθούν τα αποτελέσματα από την οθόνη του τερματικού του δικτύου 3G



Εικόνα 12: εισαγωγή IVVR Menu - απαιτείται ενέργεια από τον χρήστη



Εικόνα 13: επιλογή 1 - αναπαραγωγή αρχείου jefflew.3gp



Εικόνα 14: Επιλογή 2 - αναπαραγωγή αρχείου linux.3gp

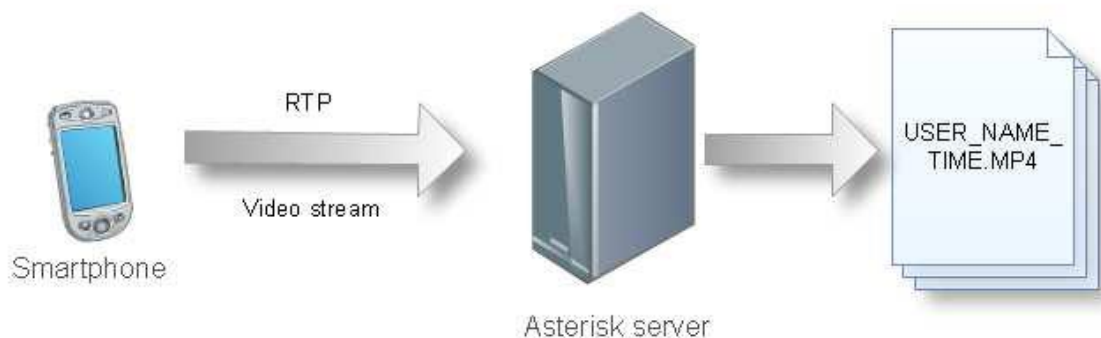


Εικόνα 15: Επιλογή 3 - αναπαραγωγή αρχείου mire-tv.3gp

Η λειτουργία IVVR μπορεί να έχει εφαρμογή σε υπηρεσίες e-healthcare, όπου σε έναν media server είναι αποθηκευμένα βίντεο ιατρικού περιεχομένου έκτακτης ανάγκης. Οι χρήστες θα μπορούν να καλούν έναν πενταψήφιο αριθμό και θα εισέρχονται σε ένα διαδραστικό μενού, από όπου θα επιλέγουν την κατηγορία στην οποία ανήκει το περιστατικό, για παράδειγμα «παροχή πρώτων βοηθειών» ή «εγκεφαλικό επεισόδιο» και θα λαμβάνουν βασικές οδηγίες από ειδικούς μέχρι να φτάσει πραγματική βοήθεια. Άλλη μία εφαρμογή μπορεί να είναι η δημιουργία ενός mobile-video club, όπου ο χρήστης με κάποιο αντίτιμο θα μπορεί να επιλέξει να δει κάποια ταινία κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού.

4.5 Εγγραφή και αναπαραγωγή βίντεο – υπηρεσίες videomail και video on demand

Για την εγγραφή βίντεο, χρησιμοποιούμε το τερματικό Nokia N76 και το Ekiga softphone εγκατεστημένο σε έναν προσωπικό υπολογιστή. Το Ekiga υποστηρίζει H.261, H263, H263+, H.264, Theora και MP4V-ES βίντεο codecs. Το Nokia υποστηρίζει 3G δίκτυο μέσω του UMTS 2100, WMV, RV, MP4 και 3gp video player.



Εικόνα 16: Εγγραφή βίντεο

Η εικόνα 13 περιγράφει τη διαδικασία που θα ακολουθήσουμε. Ο Asterisk server είναι ο προορισμός όπου θα στείλουμε το βίντεο και θα το αποθηκεύσει στη μορφή αρχείου που θα ορίσουμε στο dial plan. Η αποθήκευση μπορεί να γίνει σε μορφή mp4 και 3gp.


```
[from-misdn]
exten => 2108970868,1,GotoIf ($[${TRANSFERCAPABILITY}=DIGITAL]?10:20)
exten => 2108970868,10,h324m_gw(menu@mp4save)
exten => 2108970868,20,Dial(SIP/208)
exten => 2108970868,n,Hangup()
```

Ο Asterisk δρομολογεί τη κλήση στο τμήμα mp4save. Τα αρχεία προς εγγραφή σηματοδοτούνται με το caller id και την ημερομηνία και ώρα που πραγματοποιήθηκε η κλήση, και ορίζεται ο τόπος μέσα στο σύστημα που θα αποθηκευτεί. Στο τμήμα μπορεί να οριστεί από πριν πότε να γίνει η αναπαραγωγή του αρχείου. Στη περίπτωση μας έχουμε επιλέξει τον χρήστη να καθορίζει τη διάρκεια εγγραφής. Ο χρήστης πληκτρολογώντας το πλήκτρο # τερματίζει την εγγραφή και ξεκινάει η αναπαραγωγή από το σύστημα, επιστρέφοντας το βίντεο.

```
[mp4save]
exten => menu,1,h324m_gw_answer()
exten =>
menu,2,mp4save(/usr/lib/asterisk/videos/${CALLERID(num)}${EPOCH},,D%d:M%m-%H:%M:%S_%S.)3gp/mp4,#)
exten => menu,3,mp4play(/usr/lib/asterisk/videos/${filename}.3gp/mp4,)
exten => menu,4,WaitExten(10)
```

Η εγγραφή αρχείων μπορεί να γίνει σε μία βάση δεδομένων, ώστε ο χρήστης με την εισαγωγή DTMF πλήκτρων να μπορεί να πλοηγηθεί μέσα στη βάση.

4.6 Εξερχόμενη κλήση SIP - 3G-324M

Το δίκτυο 3G-324M απαιτεί τη χρήση του User Information Layer 1 για την πραγματοποίηση βιντεοκλήσης. Το User Information Layer 1 μπορεί να οριστεί στο Bearer Capability Information Element ή στο Low Layer Compatibility Information Layer Element. Η BRI ISDN στην οποία είναι συνδεδεμένο το σύστημα χρησιμοποιεί το bearer capability. Παρόλο που τα μηνύματα του User Information Layer 1 συλλέγονται κατά την διαδικασία εγκαθίδρυσης της κλήσης, ο Asterisk δεν τα χρησιμοποιεί. Έτσι χρειάζονται παρεμβάσεις στον πηγαίο κώδικα για κάθε κανάλι που θέλει να ξεκινήσει βιντεοκλήση 3G-324M. Παρεμβάσεις έχουν γίνει για τα κανάλια zap (βλέπε παράρτημα Γ) και misdn. Επίσης στην περίπτωση του zap channel, πρέπει να γίνουν παρεμβάσεις και στη βιβλιοθήκη PRI (Libpri) καθώς και στο αρχείο Q.931. Πιο συγκεκριμένα:

Ο Asterisk διαβάζει και ορίζει τη πληροφορία από το UIL1 χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση channel (func_channel.c). Στη συνέχεια χρησιμοποιεί την πληροφορία αυτή ενημερώνοντας το κανάλι που τη ζήτησε αλλάζοντας τη τιμή της όταν πραγματοποιείται ψηφιακή κλήση (digital call).

Για την πραγματοποίηση βιντεοκλήσης, το dial plan πρέπει να οριστεί ως εξής:

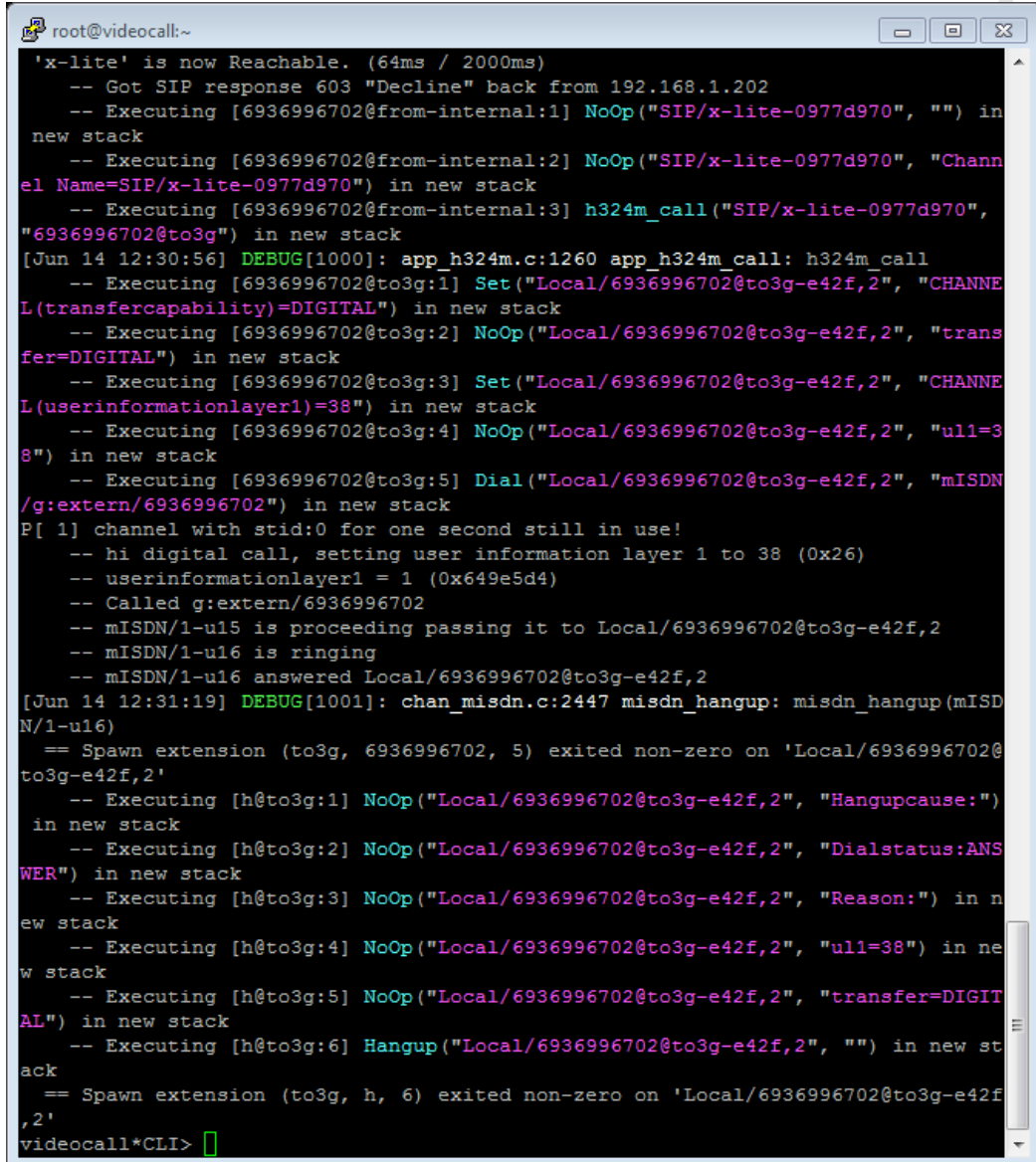
Χρησιμοποιούμε την λειτουργία h324m_call ώστε να ανοίξει ένα τοπικό κανάλι στο οποίο θα περάσει την πληροφορία που ορίζουμε στο context. Εκεί ενημερώνουμε το κανάλι ότι η πρόκειται για ψηφιακή κλήση (Set(CHANNEL(transfercapability)=DIGITAL) και θέτουμε την τιμή του User Information Layer 1 σε 38, καθώς αυτή είναι η τιμή σηματοδότησης Q.931 για ψηφιακή κλήση.

```
[videocall]
exten => _NXXXXXXXXX,1,NoOp()
exten => _NXXXXXXXXX,n,NoOp(Channel Name=${CHANNEL})
exten => _NXXXXXXXXX,n,h324m_call(${EXTEN}@to3g)
exten => _NXXXXXXXXX,n,NoOp(uil1=${CHANNEL(userinformationlayer1)})
exten => _NXXXXXXXXX,n,NoOp(transfer=${CHANNEL(transfercapability)})
exten => _NXXXXXXXXX,n,Playtones(congestion)
exten => _NXXXXXXXXX,n,Hangup
```

```
[to3g]
exten => _NXXXXXXXXX,1,Set(CHANNEL(transfercapability)=DIGITAL)
exten => _NXXXXXXXXX,n,NoOp(transfer=${CHANNEL(transfercapability)})
exten => _NXXXXXXXXX,n,Set(CHANNEL(userinformationlayer1)=38)
exten => _NXXXXXXXXX,n,NoOp(u1=${CHANNEL(userinformationlayer1)})
exten => _NXXXXXXXXX,n,Dial(mISDN/g:extern/${EXTEN})
exten => _NXXXXXXXXX,n,NoOp(u1=${CHANNEL(userinformationlayer1)})
exten => _NXXXXXXXXX,n,NoOp(transfer=${CHANNEL(transfercapability)})

exten => h,1,NoOp(Hangupcause:${ISDN_CAUSE})
exten => h,2,NoOp(Dialstatus:${DIALSTATUS})
exten => h,3,NoOp(Reason:${REASON})
exten => h,4,NoOp(u1=${CHANNEL(userinformationlayer1)})
exten => h,5,NoOp(transfer=${CHANNEL(transfercapability)})
exten => h,6,Hangup()
```

Το τελευταίο τμήμα στο dial plan είναι για λόγους αποσφαλμάτωσης, καθώς μας δίνει απαραίτητες πληροφορίες σε περιπτώσεις αποτυχίας της επικοινωνίας. Στην εικόνα που ακολουθεί η κλήση αποτυγχάνει επειδή δεν μπορεί να ανοίξει το κανάλι h324m.



```

root@videocall:~
'x-lite' is now Reachable. (64ms / 2000ms)
-- Got SIP response 603 "Decline" back from 192.168.1.202
-- Executing [6936996702@from-internal:1] NoOp("SIP/x-lite-0977d970", "") in
new stack
-- Executing [6936996702@from-internal:2] NoOp("SIP/x-lite-0977d970", "Chan
nel Name=SIP/x-lite-0977d970") in new stack
-- Executing [6936996702@from-internal:3] h324m_call("SIP/x-lite-0977d970",
"6936996702@to3g") in new stack
[Jun 14 12:30:56] DEBUG[1000]: app_h324m.c:1260 app_h324m_call: h324m_call
-- Executing [6936996702@to3g:1] Set("Local/6936996702@to3g-e42f,2", "CHANNE
L(transfercapability)=DIGITAL") in new stack
-- Executing [6936996702@to3g:2] NoOp("Local/6936996702@to3g-e42f,2", "trans
fer=DIGITAL") in new stack
-- Executing [6936996702@to3g:3] Set("Local/6936996702@to3g-e42f,2", "CHANNE
L(userinformationlayer1)=38") in new stack
-- Executing [6936996702@to3g:4] NoOp("Local/6936996702@to3g-e42f,2", "u11=3
8") in new stack
-- Executing [6936996702@to3g:5] Dial("Local/6936996702@to3g-e42f,2", "mISDN
/g:extern/6936996702") in new stack
P[ 1] channel with stdid:0 for one second still in use!
-- hi digital call, setting user information layer 1 to 38 (0x26)
-- userinformationlayer1 = 1 (0x649e5d4)
-- Called g:extern/6936996702
-- mISDN/1-u15 is proceeding passing it to Local/6936996702@to3g-e42f,2
-- mISDN/1-u16 is ringing
-- mISDN/1-u16 answered Local/6936996702@to3g-e42f,2
[Jun 14 12:31:19] DEBUG[1001]: chan_misdn.c:2447 misdn_hangup: misdn_hangup(mISD
N/1-u16)
== Spawn extension (to3g, 6936996702, 5) exited non-zero on 'Local/6936996702@
to3g-e42f,2'
-- Executing [h@to3g:1] NoOp("Local/6936996702@to3g-e42f,2", "Hangupcause:")
in new stack
-- Executing [h@to3g:2] NoOp("Local/6936996702@to3g-e42f,2", "Dialstatus:ANS
WER") in new stack
-- Executing [h@to3g:3] NoOp("Local/6936996702@to3g-e42f,2", "Reason:") in n
ew stack
-- Executing [h@to3g:4] NoOp("Local/6936996702@to3g-e42f,2", "u11=38") in ne
w stack
-- Executing [h@to3g:5] NoOp("Local/6936996702@to3g-e42f,2", "transfer=DIGIT
AL") in new stack
-- Executing [h@to3g:6] Hangup("Local/6936996702@to3g-e42f,2", "") in new st
ack
== Spawn extension (to3g, h, 6) exited non-zero on 'Local/6936996702@to3g-e42f
,2'
videocall*CLI>

```

Εικόνα 17: Αποτυχία εξερχόμενης βιντεοκλήσης

Επίλογος

Σκοπός της εργασίας ήταν η υλοποίηση μιας πύλης διασύνδεσης με το δίκτυο 3G-324M, και η παρουσίαση και η ανάπτυξη των αμφίδρομων υπηρεσιών βίντεο που υποστηρίζει το πρότυπο. Στα πλαίσια του σκοπού αυτού εγκαταστάθηκαν και παραμετροποιήθηκαν κατάλληλα οι εφαρμογές για την υποστήριξη της μετάδοσης δεδομένων βίντεο, ήχου και δεδομένων χρήστη. Σαν περιβάλλον ανάπτυξης επιλέχθηκε το Asterisk PBX, ένα ολοκληρωμένο τηλεπικοινωνιακό σύστημα, προσθέτοντας σε αυτό τη λειτουργία διασύνδεσης μεταξύ του δικτύου ISDN και του δικτύου 3G-324M. Για την διαμόρφωση του ως πύλη διασύνδεσης με το πρότυπο 3G-324M επιλέχθηκε η ανοιχτή βιβλιοθήκη H.324M και οι εφαρμογές από τη σουίτα asterisk-video (Sergio Garcia).

Παρουσιάστηκε η σειρά H της ITU-T η οποία ορίζει τη μετάδοση βίντεο κάτω από διάφορα πρότυπα, με σκοπό να κατανοήσουμε πως διαφορετικά πρωτόκολλα μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους και να κάνουν κοινή χρήση περιεχομένου βίντεο.

Είδαμε κάποιες από τις βασικές λειτουργίες του Asterisk server και περιοριστήκαμε στην ανάπτυξη βασικών μόνο, αλλά αμφίδρομων υπηρεσιών βίντεο πάνω από το δίκτυο 3G.

Το σύστημα που αναπτύξαμε βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και για αυτό το λόγο είναι ακόμη ασταθές. Από την εκπόνηση της εργασίας είδαμε ότι το δίκτυο 3G-324M μπορεί να υποστηρίξει την παροχή μιας σειράς λειτουργιών τις οποίες, τουλάχιστον ακόμη, το κύκλωμα μεταγωγής πακέτων που χρησιμοποιεί το δίκτυο της κινητής τηλεφωνίας δεν μπορεί να προσφέρει. Ο κατάλογος αυτών των λειτουργιών συνεχώς θα μεγαλώνει.

Από τα πειράματα που διενηργήσαμε κατά τη διάρκεια της εργασίας, διαπιστώσαμε ότι η ποιότητα της εικόνας και του ήχου της βιντεοκλήσης πάνω από το δίκτυο 3G ήταν αρκετά καλή. Έγινε όμως εμφανές ότι η ποιότητα εξαρτάται από την κωδικοποίηση που υποστηρίζει το εκάστοτε 3G τερματικό.

Καθώς η τεχνολογία των τερματικών συσκευών του δικτύου 3G συνεχώς αναπτύσσεται, οι ανάγκες για μετάδοση διαδραστικών υπηρεσιών βίντεο στους χρήστες της κινητής τηλεφωνίας θα γίνονται ολοένα και μεγαλύτερες. Τα πλεονεκτήματα της διάδοσης της χρήσης του δικτύου 3G-324M, είναι η αξιόπιστη ποιότητα υπηρεσιών, η μετάδοση προς δύο κατευθύνσεις και η χρήση του από οποιοδήποτε σημείο οποιαδήποτε στιγμή.

Μελλοντικές σκέψεις για την εξέλιξη της πλατφόρμας

Το σύστημα που αναπτύχθηκε μπορεί να εξελιχθεί σε μια πλατφόρμα παροχής υπηρεσιών πολυμέσων προς τους χρήστες της κινητής τηλεφωνίας. Η διαχείριση θα παρέχεται μέσω του πρωτοκόλλου SOAP. Οι εφαρμογές των χρηστών θα χρησιμοποιούν την διεπαφή του SOAP πρωτοκόλλου για να συνδεθούν με τον Asterisk server.

Υπάρχει η δυνατότητα διασύνδεσης του συστήματος και με άλλες υπηρεσίες του δικτύου 3G όπως, η αποστολή γραπτών μηνυμάτων (SMS) στους χρήστες για την ειδοποίηση εισερχόμενου video mail ή την αποστολή του βίντεο σε μορφή μηνυμάτων πολυμέσων (MMS).

Βιβλιογραφία

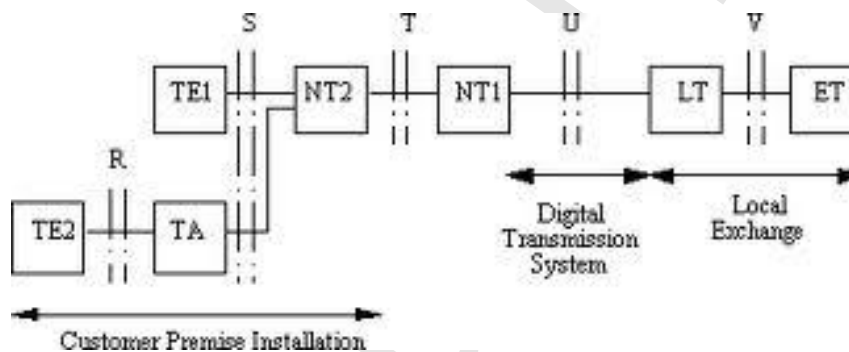
1. (n.d.). Ανάκτηση από <http://www.morpheustechnology.com>:
<http://www.morpheustechnology.com/ebooks/Systems/04%20ISDN.htm>
2. *Bundling DSL lines in DSLAMs*. (2010). Ανάκτηση από Black Box Network Services:
<http://www.blackbox.co.uk/technical/techoverviews/dslams/DSLAMs-Technology-Overview/>
3. *H.221 Framing used in ISDN Conferences*. (2010, January 01). Ανάκτηση από 21st Century Video: <http://www.c21video.com/h221.html>
4. *Asymmetric digital subscriber line*. (2011, 11 30). Ανάκτηση από Wikipedia:
http://en.wikipedia.org/wiki/Asymmetric_digital_subscriber_line
5. *Cellular Network*. (2011, 11 1). Ανάκτηση από Wikipedia:
http://en.wikipedia.org/wiki/Cellular_network
6. *Integrated Services Digital Network*. (2011). Ανάκτηση από Wikipedia:
http://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_Services_Digital_Network
7. *Public switched telephone network*. (2011). Ανάκτηση από Wikipedia:
http://en.wikipedia.org/wiki/Public_switched_telephone_network
8. Andrea Basso, H. K. (2004). *Beyond 3G video mobile conversational services: An overview of 3G-324M based messaging and streaming*.
9. Becker, R. (2009, 02 05). *ISDN Tutorial*. Ανάκτηση από <http://www.ralphb.net>:
<http://www.ralphb.net/ISDN/index.html>
10. Dialogic. (n.d.). *Considerations for creating streamed video over 3G-324M mobile networks*.
11. Fine, T. A. (2000, 07 02). ISDN.
12. H.320, I.-T. R. (2004, March). SERIES H: AUDIOVISUAL AND MULTIMEDIA SYSTEMS - H.320 Infrastructure of audiovisual services – Systems and terminal equipment for audiovisual services- Narrow-band visual telephone systems and terminal equipment. Geneva, Switzerland.
13. (2003). Υπηρεσίες ISDN. Στο Intracom, *netMod, Συσκευή Τερματισμού Δικτύου ISDN Εγχειρίδιο Χρήσης* (σσ. 21-37). Intracom.
14. ITU-T. (2009). *Packet-based multimedia communications*. Recommendation ITU-T H.323.
15. John G. van Bosse, F. U. (2007). *Signaling in Telecommunication Networks Second Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
16. M.Voznak, L. J. (2011). Multimedia services in Asterisk baed on VoiceXML. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MATHEMATICAL MODELS AND METHODS IN APPLIE SCIENCES*.
17. Meggelen, J. V., Madsen, L., & Smith, J. (2007). *Asterisk The Future of Telephony 2nd*. O'Reilly.
18. Orr, E. (2003 , 01 21). *Understanding the 3G-324M Spec: Part 1*. Ανάκτηση από <http://www.eetimes.com>: <http://www.eetimes.com/electronics-news/4137042/Understanding-the-3G-324M-Spec-Part-1>
19. Orr, E. (2003, 01 28). *Understanding the 3G-324M Spec: Part 2*. Ανάκτηση από EE TIMES: <http://www.eetimes.com/design/communications-design/4136986/Understanding-the-3G-324M-Spec-Part-2>
20. Tanenbaum, A. S. (2003). *Δίκτυα Υπολογιστών*. ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ.
21. Weijia Jia, B. H.-C. (2005). *Efficient Implementation of 3g-324M Protocol Stack for Multimedia Communication*. IEEE.
22. Δουληγέρης, Χ. (2005). *Σύγχρονα Τηλεπικοινωνιακά και Δικτυακά Πρωτόλλα*. ΝΗΡΗΙΔΕΣ.
23. Χ. Δουληγέρης, Γ. Α. (n.d.). *Αρχές και Εφαρμογές Σημάτων και Συστημάτων*. ΑΘΗΝΑ: VALMAR.

5 Παραρτήματα

5.1 Παράρτημα Α - Σημεία Αναφοράς ISDN (ISDN Reference Configurations)

Τα σημεία αναφοράς δίνουν όλες τις πληροφορίες για την επικοινωνία των τμημάτων στο πρότυπο ISDN. Περιγράφουν όλα τα κομμάτια ενός ISDN δικτύου καθώς και τις πολλές διαφορετικές παραμετροποιήσεις. Το σχήμα δείχνει τα δύο πιο συνηθισμένα σημεία αναφοράς. Τα γράμματα R, S, T, U και V είναι τα σημεία:

- R - Δείχνει το σημείο μεταξύ μιας μη-ISDN συσκευής και ενός τερματικού προσαρμογέα.
- S - Καθορίζει το σημείο μεταξύ συσκευών ISDN και ενός NT2.
- T - Καθορίζει το σημείο μεταξύ του NT2 και NT1.
- U - Καθορίζει το σημείο μεταξύ NT1 και τον LT.
- V - Βρίσκεται μεταξύ LT ΚΑΙ ET ΚΑΙ εξυπηρετεί τηλεπικοινωνιακές συνδέσεις μεταξύ κόμβων ISDN που ανήκουν στον τηλεπικοινωνιακό πάροχο.



- **TE1:** Terminal Equipment type 1. Πρόκειται για συσκευές που συνδέονται απευθείας πάνω στο δίκτυο ISDN. Τέτοιες συσκευές μπορεί να είναι ISDN τηλέφωνα, υπολογιστές ή ISDN fax.
- **TE2:** Terminal Equipment type 2. Είναι οι παλιές αναλογικές συσκευές όπως τηλέφωνα, παλιά fax ή modem, DTE και γενικά τα μη-ISDN τερματικά. Οι συσκευές συνδέονται με έναν τερματικό προσαρμογέα (TA).
- **TA:** Terminal Adaptor. Είναι ο τερματικός προσαρμογέα που μόλις αναφέραμε και επιτρέπει σε παλιές αναλογικές συσκευές να επικοινωνήσουν επάνω στο δίκτυο ISDN.
- **NT2:** Network Interface type 2. Έρχεται σε επαφή με δύο σημεία αναφοράς, το S προς τη πλευρά του χρήστη και το T προς την πλευρά του δικτύου. Η βασική λειτουργία είναι ο έλεγχος της κυκλοφορίας της πληροφορίας στην εγκατάσταση του χρήστη και ο έλεγχος προσπέλασης των δεδομένων στο δίκτυο. Βρίσκεται στην εγκατάσταση του χρήστη, (συνήθως εταιρείες) και επιλέγει τον τρόπο μετάδοσης δεδομένων πολυπλεξία ή μεταγωγή.
- **NT1:** Network Termination type 1. Είναι το τελευταίο σημείο του δικτύου από την πλευρά του χρήστη και είναι το σημείο προσαρμογής των λειτουργιών του δικτύου με τις συσκευές του χρήστη. Στην πράξη πρόκειται για μία απλή συσκευή που μετατρέπει το δισύρματο U Interface στο τετρασύρματο S/T Interface.
- **LT:** Line Termination. Είναι η φυσική γραμμή του συνδρομητή που καταλήγει στον πάροχο.
- **ET:** Exchange Termination. Πρόκειται για το τοπικό κέντρο μεταγωγής του δικτύου ISDN. Στο σημείο αυτό γίνεται η πρώτη μεταγωγή.

Η διαφορά ανάμεσα στις συσκευές TE1 και TA είναι απλή. Αν χρησιμοποιήσουμε μία PCI ISDN card σε έναν υπολογιστή, με τους κατάλληλους οδηγούς για να μιλήσει σε ISDN τον μετατρέπουμε σε TE1. Όμως αν χρησιμοποιήσουμε μία συσκευή ISDN η οποία επιτρέπει να συνδέσουμε τον υπολογιστή με Ethernet καλώδιο σε ένα ISDN box, τότε ο υπολογιστής είναι TE2 και το ISDN box TA.

Η χρήση του ISDN δικτύου κάνει κάπως πιο περίπλοκο το τοπικό δίκτυο του χρήστη καθώς χρειάζεται τον κατάλληλο εξοπλισμό για να μπορέσει να “μιλήσει προς τα έξω”, τον οποίο συνήθως παρέχουν οι πάροχοι, αλλά το μετατρέπει κυριολεκτικά σε ένα δίκτυο δεδομένων το οποίο συχνά αναφέρεται ως “*customer premises installation*²⁰” ή *CPI*. Ένα τέτοιο δίκτυο μπορεί να υποστηρίξει φωνή, δεδομένα, fax, βιντεοτηλέφωνα καθώς και τη μετάδοση δεδομένων για έλεγχο συσκευών.

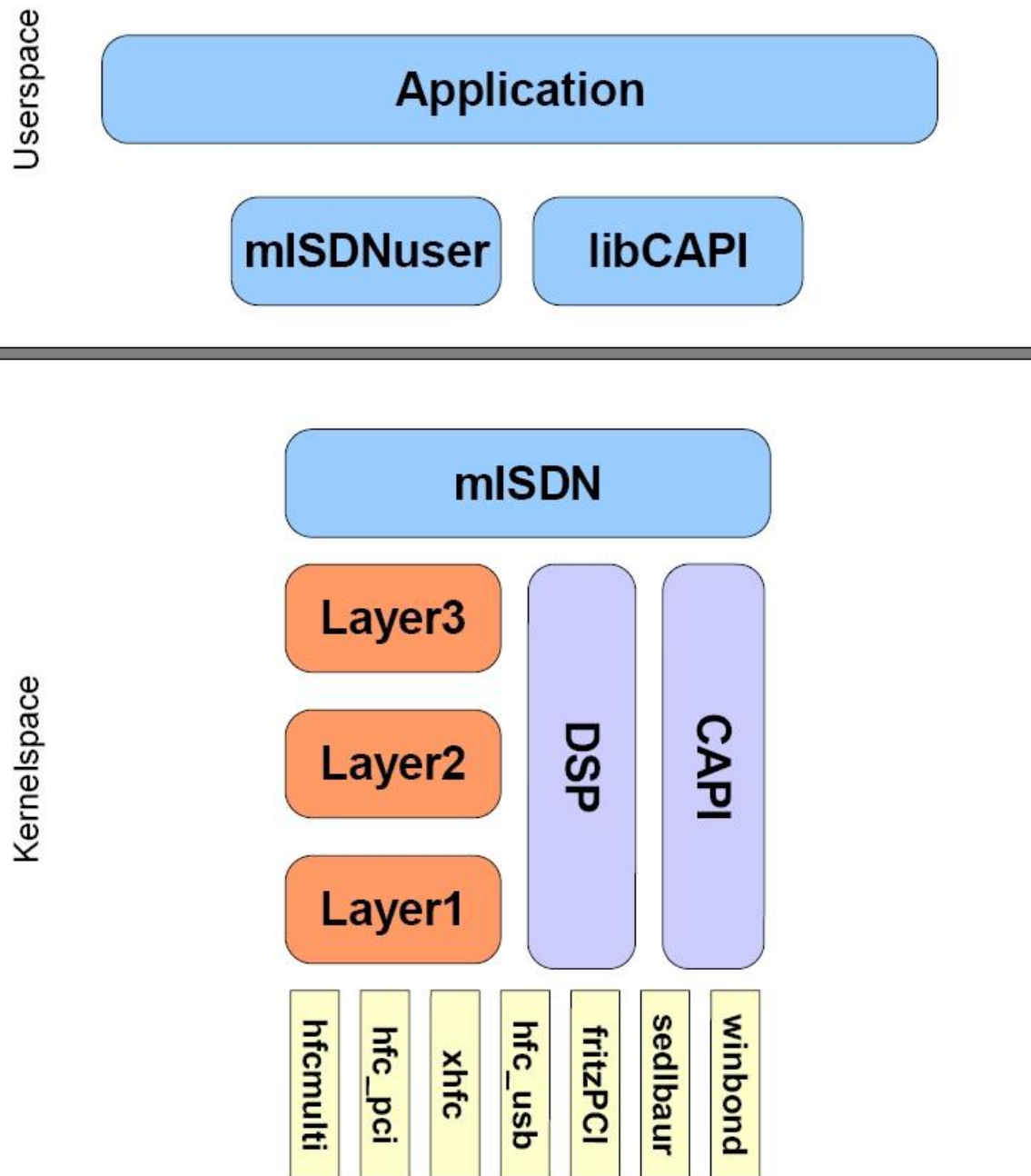
Το ISDN χρησιμοποιεί τέσσερα καλώδια αντί για δύο του παλιού αναλογικού δικτύου, δύο για μετάδοση και δύο για υποδοχή. Σε περίπτωση που χρησιμοποιούμε μια μόνο συσκευή έχουμε σύνδεση point-to-point, το ISDN όμως δίνει τη δυνατότητα να συνδέσουμε μέχρι και 8 συσκευές μέσω S-bus, ενώ μπορούν να εγκατασταθούν και δύο αναλογικές συσκευές εγκαθιστώντας έτσι μία multipoint σύνδεση. Επίσης κάποια από τις συσκευές μπορεί να λειτουργεί ως μεσάζων για τον έλεγχο κάποιας άλλης, κάτι που βρίσκει εφαρμογή σε συστήματα συναγερμού καθώς και σε συστήματα αυτοματισμού.

Ο περιορισμός υπάρχει στο γεγονός ότι δεν μπορεί να είναι σε ταυτόχρονη χρήση παραπάνω συσκευές από όσα τα κανάλια B. Έτσι σε μία BRI σύνδεση είναι δυνατή η χρήση μέχρι και δύο συσκευών ταυτόχρονα.

²⁰ Thomas A. Fine 2000 ISDN documentation, <http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-95/isdn/index.html>

Αμφίδρομες υπηρεσίες video πάνω από το δίκτυο 3G

5.2 Παράρτημα Β – Αρχιτεκτονική των οδηγών mISDN



Σχήμα 16: Αρχιτεκτονική των οδηγών mISDN -http://www.misdn.org/index.php/About_mISDN

5.3 Παράρτημα Γ – libpri patch for h324m videocall (Klaus Darilion)²¹

```

diff -u libpri-1.4.0/libpri.h libpri-1.4.0-h324m/libpri.h
--- libpri-1.4.0/libpri.h      2006-04-27 18:09:11.000000000 +0200
+++ libpri-1.4.0-h324m/libpri.h  2007-07-12 13:38:25.000000000
+0200
@@ -202,7 +202,7 @@
 #define PRI_LAYER_1_ALAW                0x23
 #define PRI_LAYER_1_G721                0x24
 #define PRI_LAYER_1_G722_G725          0x25
-#define PRI_LAYER_1_G7XX_384K          0x26
+#define PRI_LAYER_1_H223_H245          0x26
 #define PRI_LAYER_1_NON_ITU_ADAPT      0x27
 #define PRI_LAYER_1_V120_RATE_ADAPT    0x28
 #define PRI_LAYER_1_X31_RATE_ADAPT     0x29
diff -u libpri-1.4.0/q931.c libpri-1.4.0-h324m/q931.c
--- libpri-1.4.0/q931.c      2006-07-28 16:41:57.000000000 +0200
+++ libpri-1.4.0-h324m/q931.c  2007-07-16 14:24:25.000000000 +0200
@@ -548,7 +548,7 @@
     { PRI_LAYER_1_ALAW, "A-Law" },
     { PRI_LAYER_1_G721, "G.721 ADPCM" },
     { PRI_LAYER_1_G722_G725, "G.722/G.725 7kHz Audio" },
-    { PRI_LAYER_1_G7XX_384K, "G.7xx 384k Video" },
+    { PRI_LAYER_1_H223_H245, "H.223 and H.245" }, /*
Recommendation Q.931(05/98) page 60) */
     { PRI_LAYER_1_NON_ITU_ADAPT, "Non-ITU Rate Adaption" },
     { PRI_LAYER_1_V120_RATE_ADAPT, "V.120 Rate Adaption" },
     { PRI_LAYER_1_X31_RATE_ADAPT, "X.31 Rate Adaption" },
@@ -662,7 +662,8 @@
     }
     ie->data[0] = 0x80 | tc;
     ie->data[1] = call->transmoderate | 0x80;
-    if ((tc & PRI_TRANS_CAP_DIGITAL) && (pri->switchtype ==
PRI_SWITCH_EUROISDN_E1)) {
+    if ( (tc & PRI_TRANS_CAP_DIGITAL) && (pri->switchtype ==
PRI_SWITCH_EUROISDN_E1) &&
+        (call->transmoderate == TRANS_MODE_PACKET) ) {
     /* Apparently EuroISDN switches don't seem to like user
layer 2/3 */
     return 4;
     }

```

²¹ Βλ. <https://issues.asterisk.org/view.php?id=10189>

5.4 Παράρτημα Δ – zap_channel patch for h324m video call (Klaus Darilion)

```
diff -r -u asterisk-1.4.21.1/apps/app_dial.c asterisk-1.4.21.1-
X/apps/app_dial.c
--- asterisk-1.4.21.1/apps/app_dial.c      2008-06-02 03:03:22.000000000 +0200
+++ asterisk-1.4.21.1-X/apps/app_dial.c    2008-07-10 17:26:02.000000000 +0200
@@ -1230,6 +1230,8 @@
     tmp->chan->adsicpe = chan->adsicpe;
     /* Pass the transfer capability */
     tmp->chan->transfercapability = chan->transfercapability;
+
+     /* Pass the user information layer 1 */
     tmp->chan->userinformationlayer1=chan->userinformationlayer1;

     /* If we have an outbound group, set this peer channel to it
*/
        if (outbound_group)
Only in asterisk-1.4.21.1-X/apps: app_dial.c.orig
diff -r -u asterisk-1.4.21.1/channels/chan_zap.c asterisk-1.4.21.1-
X/channels/chan_zap.c
--- asterisk-1.4.21.1/channels/chan_zap.c 2008-06-04 20:35:47.000000000 +0200
+++ asterisk-1.4.21.1-X/channels/chan_zap.c      2008-07-10
17:26:02.000000000 +0200
@@ -331,6 +331,7 @@
     int span;
     int resetting;
     int resetpos;
+
+     int h324musellc;
     time_t lastreset;
     /*!< time when unused channels were last reset */
     long resetinterval;
     /*!< Interval (in seconds) for resetting unused channels */
     struct zt_pvt *pvts[MAX_CHANNELS];
     /*!< Member channel pvt structs */
@@ -619,6 +620,7 @@
         .localprefix = "",
         .privateprefix = "",
         .unknownprefix = "",
+
+         .h324musellc = 0,

         .resetinterval = 3600
     },
@@ -2127,11 +2129,23 @@
     else
         exclusive = 1;
}

-
+
+     if (p->digital) {
+         if (option_verbose > 2)
+             ast_verbose(VERBOSE_PREFIX_3 "digital call,
setting user information layer 1 to %d (0x%x)\n", ast->userinformationlayer1,
ast->userinformationlayer1);
+     }
+     pri_sr_set_channel(sr, p->bearer ? PVT_TO_CHANNEL(p->bearer)
: PVT_TO_CHANNEL(p), exclusive, 1);
+     pri_sr_set_bearer(sr, p->digital ? PRI_TRANS_CAP_DIGITAL :
ast->transfercapability,
-
+
+         (p->digital ? -1 :
+         (p->digital ? ast-
+userinformationlayer1 :
+
+         ((p->law == ZT_LAW_ALAW) ?
PRI_LAYER_1_ALAW : PRI_LAYER_1_ULAW));
```

```

+          /* check if h324m is configure to use low layer compatibility
instead of bearer capability */
+ast_verbose(VERBOSE_PREFIX_3 "zap call: h324musellc=%d, ast-
>userinformationlayer1=%d\n", p->pri->h324musellc, ast-
>userinformationlayer1);
+          if (p->pri->h324musellc && (ast-
>userinformationlayer1==PRI_LAYER_1_H223_H245)) {
+              pri_sr_set_llc(sr, p->digital ? PRI_TRANS_CAP_DIGITAL
: ast->transfercapability,
+              (p->digital ? ast-
>userinformationlayer1 :
              ((p->law == ZT_LAW_ALAW) ?
PRI_LAYER_1_ALAW : PRI_LAYER_1_ULAW));
+          }
+
+          if (p->pri->facilityenable)
              pri_facility_enable(p->pri->pri);
@@ -3486,7 +3500,7 @@

static void *ss_thread(void *data);

-static struct ast_channel *zt_new(struct zt_pvt *, int, int, int, int, int);
+static struct ast_channel *zt_new(struct zt_pvt *, int, int, int, int, int,
int);

static int attempt_transfer(struct zt_pvt *p)
{
@@ -4266,7 +4280,7 @@
                                goto winkflashdone;
}
/* Make new channel */
chan = zt_new(p,
-
chan = zt_new(p,
AST_STATE_RESERVED, 0, SUB_THREEWAY, 0, 0);
+
chan = zt_new(p,
AST_STATE_RESERVED, 0, SUB_THREEWAY, 0, 0, -1);
if (p->zaptrcallerid) {
if (!p-
>origcid_num)
p-
>origcid_num = ast_strdup(p->cid_num);
@@ -5192,7 +5206,8 @@
return res;
}

-static struct ast_channel *zt_new(struct zt_pvt *i, int state, int startpbx,
int index, int law, int transfercapability)
+static struct ast_channel *zt_new(struct zt_pvt *i, int state, int startpbx,
int index, int law,
+
int transfercapability, int
userinformationlayer1)
{
struct ast_channel *tmp;
int deflaw;
@@ -5236,15 +5251,21 @@
ast_log(LOG_WARNING, "Unable to get parameters, assuming
MULAW\n");
ps.curlaw = ZT_LAW_MULAW;
}
- if (ps.curlaw == ZT_LAW_ALAW)
+ if (ps.curlaw == ZT_LAW_ALAW) {
+ ast_log(LOG_DEBUG, "zt_new: ps.curlaw=ZT_LAW_ALAW, setting
deflaw to AST_FORMAT_ALAW\n");
deflaw = AST_FORMAT_ALAW;
- else

```

```

+         } else {
+             ast_log(LOG_DEBUG, "zt_new: ps.curlaw!=ZT_LAW_ALAW, setting
deflaw to AST_FORMAT_ULAW\n");
+             deflaw = AST_FORMAT_ULAW;
+         }
+         if (law) {
-             if (law == ZT_LAW_ALAW)
+             if (law == ZT_LAW_ALAW) {
+                 ast_log(LOG_DEBUG, "zt_new: law=ZT_LAW_ALAW, setting
deflaw to AST_FORMAT_ALAW\n");
+                 deflaw = AST_FORMAT_ALAW;
-                 else
+                 } else {
+                     ast_log(LOG_DEBUG, "zt_new: law=ZT_LAW_ALAW, setting
deflaw to AST_FORMAT_ULAW\n");
+                     deflaw = AST_FORMAT_ULAW;
+                 }
+             }
+             tmp->fds[0] = i->subs[index].zfd;
+             tmp->nativeformats = AST_FORMAT_SLINEAR | deflaw;
@@ -5351,6 +5372,7 @@
+             tmp->cid.cid_ton = i->cid_ton;
+             #ifdef HAVE_PRI
+             tmp->transfercapability = transfercapability;
+             tmp->userinformationlayer1 = userinformationlayer1;
+             pbx_builtin_setvar_helper(tmp, "TRANSFERCAPABILITY",
ast_transfercapability2str(transfercapability));
+             if (transfercapability & PRI_TRANS_CAP_DIGITAL)
+                 i->digital = 1;
@@ -6616,7 +6638,7 @@
+                 zt_enable_ec(i);
+                 /* The channel is immediately up. Start
right away */
+                 res = tone_zone_play_tone(i-
>subs[SUB_REAL].zfd, ZT_TONE_RINGTONE);
-                 chan = zt_new(i, AST_STATE_RING, 1,
SUB_REAL, 0, 0);
+                 chan = zt_new(i, AST_STATE_RING, 1,
SUB_REAL, 0, 0, -1);
+                 if (!chan) {
+                     ast_log(LOG_WARNING, "Unable to
start PBX on channel %d\n", i->channel);
+                     res = tone_zone_play_tone(i-
>subs[SUB_REAL].zfd, ZT_TONE_CONGESTION);
@@ -6625,7 +6647,7 @@
+                 }
+             } else {
+                 /* Check for callerid, digits, etc */
-                 chan = zt_new(i, AST_STATE_RESERVED, 0,
SUB_REAL, 0, 0);
+                 chan = zt_new(i, AST_STATE_RESERVED, 0,
SUB_REAL, 0, 0, -1);
+                 if (chan) {
+                     if (has_voicemail(i))
+                         res =
tone_zone_play_tone(i->subs[SUB_REAL].zfd, ZT_TONE_STUTTER);
@@ -6665,7 +6687,7 @@
+                 case SIG_SF_FEATB:
+                 case SIG_SF:
+                     /* Check for callerid, digits, etc */
-                     chan = zt_new(i, AST_STATE_RING, 0,
SUB_REAL, 0, 0);
+                     chan = zt_new(i, AST_STATE_RING, 0,
SUB_REAL, 0, 0, -1);

```

```

        if (chan && ast_pthread_create(&threadid,
&attr, ss_thread, chan)) {
            ast_log(LOG_WARNING, "Unable to
start simple switch thread on channel %d\n", i->channel);
            res = tone_zone_play_tone(i-
>subs[SUB_REAL].zfd, ZT_TONE_CONGESTION);
@@ -6784,7 +6806,7 @@
            ast_verbose(VERBOSE_PREFIX_2 "Starting post
polarity "
                "CID detection on channel %d\n",
                i->channel);
            chan = zt_new(i, AST_STATE_PRERING, 0,
SUB_REAL, 0, 0);
+
            chan = zt_new(i, AST_STATE_PRERING, 0,
SUB_REAL, 0, 0, -1);
        if (chan && ast_pthread_create(&threadid,
&attr, ss_thread, chan)) {
            ast_log(LOG_WARNING, "Unable to
start simple switch thread on channel %d\n", i->channel);
        }
@@ -7326,6 +7348,7 @@
        >pri.nsf;
        >pri.dialplan;
        conf->pri.localdialplan;
+
        conf->pri.h324musellc;

        pris[span].pvts[pris[span].numchans++] = tmp;
        conf->pri.minunused;
        pris[span].minunused =
        pris[span].minidle = conf-
>pri.minidle;
@@ -7940,7 +7963,7 @@
    }
    p->outgoing = 1;
    tmp = zt_new(p, AST_STATE_RESERVED, 0, p->owner ?
SUB_CALLWAIT : SUB_REAL, 0, 0);
+
    tmp = zt_new(p, AST_STATE_RESERVED, 0, p->owner ?
SUB_CALLWAIT : SUB_REAL, 0, 0, -1);
    #ifdef HAVE_PRI
        if (p->bearer) {
            /* Log owner to bearer channel, too */
@@ -8828,13 +8851,20 @@
        PRI_SWITCH_GR303_TMC) {
            if (pri->switchtype !=
                /* Set to audio
                law = 1;
                ast_log(LOG_DEBUG,
"PRI_EVENT_RING: seting incoming call on channel %d to law=%d\n", pri-
>pvts[chanpos]->channel, law);
                if (ioctl(pri-
>pvts[chanpos]->subs[SUB_REAL].zfd, ZT_AUDIOMODE, &law) == -1)
                    ast_log(LOG_WARNING, "Unable to set audio mode on channel %d to %d\n",
pri->pvts[chanpos]->channel, law);
                }
            if (e->ring.layer1 ==
PRI_LAYER_1_ALAW)
+
                /* note: unknown layer1
will be handled like ULAW (e.g. digital H324M calls) */

```



```
+
ast_log(LOG_DEBUG,
"PRI_EVENT_RING: user information layer 1 of incoming call = %d (0x%x)\n",e-
>ring.layer1, e->ring.layer1);
+
PRI_LAYER_1_ALAW) {
if (e->ring.layer1 ==
law = ZT_LAW_ALAW;
else
ast_log(LOG_DEBUG,
"PRI_EVENT_RING: treat incoming call on channel %d as ALAW(%d)\n", pri-
>pvts[chanpos]->channel, law);
+
} else {
law = ZT_LAW_MULAW;
ast_log(LOG_DEBUG,
"PRI_EVENT_RING: treat incoming call on channel %d as ULAW(%d)\n", pri-
>pvts[chanpos]->channel, law);
+
}
ast_log(LOG_DEBUG,
"PRI_EVENT_RING: seting incoming call on channel %d to law=%d\n", pri-
>pvts[chanpos]->channel, law);
res = zt_setlaw(pri-
>pvts[chanpos]->subs[SUB_REAL].zfd, law);
if (res < 0)
ast_log(LOG_WARNING, "Unable to set law on channel %d\n", pri-
>pvts[chanpos]->channel);
@@ -8861,11 +8891,11 @@
if (crv) {
/* Set
bearer and such */
pri_assign_bearer(crv, pri, pri->pvts[chanpos]);
c =
zt_new(crv, AST_STATE_RESERVED, 0, SUB_REAL, law, e->ring.ctype);
c =
zt_new(crv, AST_STATE_RESERVED, 0, SUB_REAL, law, e->ring.ctype, e-
>ring.layer1);
pri-
>pvts[chanpos]->owner = &inuse;
ast_log(LOG_DEBUG, "Started up crv %d:%d on bearer channel %d\n", pri-
>trunkgroup, crv->channel, crv->bearer->channel);
} else {
c =
zt_new(pri->pvts[chanpos], AST_STATE_RESERVED, 0, SUB_REAL, law, e-
>ring.ctype);
c =
zt_new(pri->pvts[chanpos], AST_STATE_RESERVED, 0, SUB_REAL, law, e-
>ring.ctype, e->ring.layer1);
}
ast_mutex_unlock(&pri->pvts[chanpos]->lock);
@@ -8913,7 +8943,8 @@
} else {
ast_mutex_unlock(&pri->lock);
/* Release PRI lock
while we create the channel */
c = zt_new(pri-
>pvts[chanpos], AST_STATE_RING, 1, SUB_REAL, law, e->ring.ctype);
ast_log(LOG_DEBUG,
"PRI_EVENT_RING: zt_new: law=%d,ul1=%d\n",law, e->ring.layer1);
+
c = zt_new(pri-
>pvts[chanpos], AST_STATE_RING, 1, SUB_REAL, law, e->ring.ctype, e-
>ring.layer1);
```

```

calledtonstr[10];

@@ -10074,6 +10105,10 @@
%d\n", tmp->logicalspan);
                                ast_cli(fd, "PRI Logical Span:
                                else
                                ast_cli(fd, "PRI Logical Span:
Implicit\n");
+                                if (tmp->pri->h324musellc == 1)
+                                ast_cli(fd, "H324M Signalling: use
+                                else
+                                ast_cli(fd, "H324M Signalling: use
'Low Layer Compatibility' IE\n");
+                                else
+                                ast_cli(fd, "H324M Signalling: use
+                                ast_cli(fd, "H324M Signalling: use
'Bearer Capability' IE\n");
                                }

#endif
@@ -11036,6 +11071,16 @@
                                ast_log(LOG_ERROR, "Unknown
switchtype '%s'\n", v->value);
                                return -1;
                                }
+                                } else if (!strcasecmp(v->name, "h324m")) {
+                                if (!strcasecmp(v->value, "bc")) {
+                                confp->pri.h324musellc = 0;
+                                ast_log(LOG_WARNING, "h324m mode:
confp->pri.h324musellc=%d\n", confp->pri.h324musellc);
+                                } else if (!strcasecmp(v->value, "llc")) {
+                                confp->pri.h324musellc = 1;
+                                ast_log(LOG_WARNING, "h324m mode:
confp->pri.h324musellc=%d\n", confp->pri.h324musellc);
+                                } else {
+                                ast_log(LOG_WARNING, "Unknown h324m
mode '%s' at line %d. Using default=bc\n", v->value, v->lineno);
+                                }
+                                } else if (!strcasecmp(v->name, "nsf")) {
+                                if (!strcasecmp(v->value, "sdn"))
+                                confp->pri.nsf = PRI_NSF_SDN;

Only in asterisk-1.4.21.1-X/channels: chan_zap.c.orig
Only in asterisk-1.4.21.1-X/channels: chan_zap.c.rej
diff -r -u asterisk-1.4.21.1/configs/zapata.conf.sample asterisk-1.4.21.1-
X/configs/zapata.conf.sample
--- asterisk-1.4.21.1/configs/zapata.conf.sample    2008-04-25
17:53:52.000000000 +0200
+++ asterisk-1.4.21.1-X/configs/zapata.conf.sample  2008-07-10
17:26:02.000000000 +0200
@@ -242,6 +242,15 @@
;
usecallerid=yes
;
+; H324M signalling. 3G UMTS video calls require to set a certain User
Information Layer 1
+; value. The UL1 can be set either in the Bearer Capability Information
Element or in the
+; Low Layer Compatiblity Information Element. Depending on the switch were
your PRI is
+; connected to, you need one or the other.
+; Allowed values: bc or llc
+; Default value: bc
+;
+;h324m=llc
+;
+; Type of caller ID signalling in use

```

```

;    bell      = bell202 as used in US
;    v23       = v23 as used in the UK
diff -r -u asterisk-1.4.21.1/funcs/func_channel.c asterisk-1.4.21.1-
X/funcs/func_channel.c
--- asterisk-1.4.21.1/funcs/func_channel.c 2007-03-27 18:20:53.000000000 +0200
+++ asterisk-1.4.21.1-X/funcs/func_channel.c    2008-07-10
17:26:02.000000000 +0200
@@ -88,7 +88,11 @@
        locked_copy_string(chan, buf, chan->tech->type, len);
        else if (!strcasecmp(data, "transfercapability"))
            locked_copy_string(chan, buf, transfercapability_table[chan-
>transfercapability & 0x1f], len);
-        else if (!strcasecmp(data, "callgroup")) {
+        else if (!strcasecmp(data, "userinformationlayer1")) {
+            char ull[10];
+            snprintf(ull, 9, "%d", chan->userinformationlayer1);
+            locked_copy_string(chan, buf, ull, len);
+        } else if (!strcasecmp(data, "callgroup")) {
            char groupbuf[256];
            locked_copy_string(chan, buf, ast_print_group(groupbuf,
sizeof(groupbuf), chan->callgroup), len);
        } else if (!chan->tech->func_channel_read
@@ -133,6 +137,8 @@
                break;
            }
        }
+    } else if (!strcasecmp(data, "userinformationlayer1")) {
+        chan->userinformationlayer1 = atoi(value);
+    } else if (!chan->tech->func_channel_write
        || chan->tech->func_channel_write(chan, function, data,
value)) {
        ast_log(LOG_WARNING, "Unknown or unavailable item requested:
'%s'\n",
@@ -158,7 +164,9 @@
        "R/W    musicclass      class (from musiconhold.conf) for
hold music\n"
        "R/W    rxgain         set rxgain level on channel
drivers that support it\n"
        "R/O    state          state for channel\n"
+        "R/W    transfercapability ISDN transfer capability (part of
ISDN transfer capability)\n"
        "R/W    tonezone       zone for indications played\n"
+        "R/W    userinformationlayer1 ISDN User Information Layer 1
(part of ISDN transfer capability)\n"
        "R/W    txgain         set txgain level on channel
drivers that support it\n"
        "R/O    videonativeformat format used natively for video\n"
        "\n"
diff -r -u asterisk-1.4.21.1/include/asterisk/channel.h asterisk-1.4.21.1-
X/include/asterisk/channel.h
--- asterisk-1.4.21.1/include/asterisk/channel.h    2008-05-14
23:32:00.000000000 +0200
+++ asterisk-1.4.21.1-X/include/asterisk/channel.h  2008-07-10
17:26:02.000000000 +0200
@@ -434,6 +434,7 @@
        ast_group_t pickupgroup;                /*!< Pickup group - which
calls groups can be picked up? */
        unsigned int flags;                    /*!< channel flags
of AST_FLAG_ type */
        unsigned short transfercapability;     /*!< ISDN Transfer
Capbility - AST_FLAG_DIGITAL is not enough */
+        unsigned short userinformationlayer1; /*!< ISDN User
Information Layer 1 - transfercapability is not enough */
        AST_LIST_HEAD_NOLOCK(, ast_frame) readq;
        int alertpipe[2];

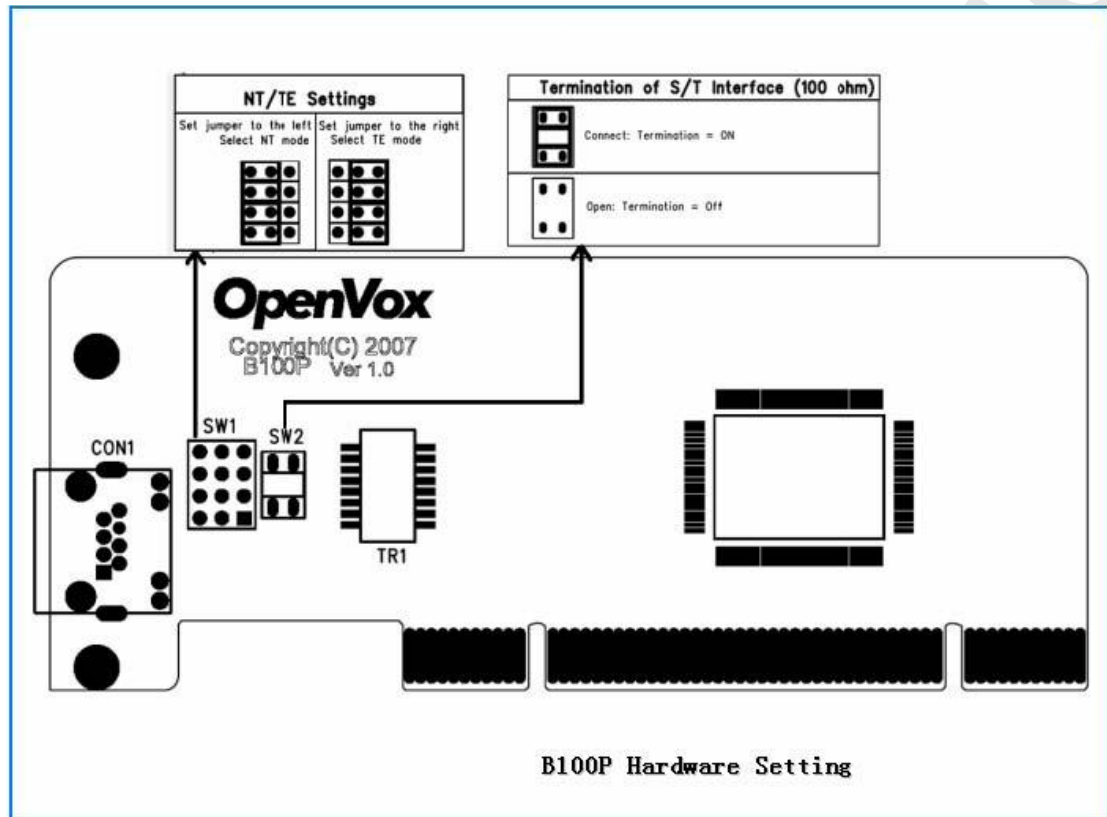
```

```
Only in asterisk-1.4.21.1-X/include/asterisk: channel.h.orig  
Only in asterisk-1.4.21.1-X/include/asterisk: version.h
```

5.5 Παράρτημα Ε – βιβλιοθήκες και εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκαν

- Yasm - <http://yasm.tortall.net/>
- mpeg2dec - <http://libmpeg2.sourceforge.net/>
- LAME - <http://lame.sourceforge.net/>
- LIBOGG - <http://xiph.org/ogg/>
- LIBVORBIS - <http://xiph.org/vorbis/>
- FAAC - <http://www.audiocoding.com/faac.html/>
- x264 - <http://www.videolan.org/developers/x264.html>
- SRTP - <http://srtp.sourceforge.net/srtp.html>
- XVID - <http://www.xvid.org/>
- TWOLAME - <http://www.twolame.org/>
- FFMPEG - <http://ffmpeg.org/>
- MPEG4IP - <http://mpeg4ip.sourceforge.net/>
- FAAD - <http://www.audiocoding.com/>
- PWLIB - <http://sourceforge.net/projects/openh323/files/pwlib/>

5.6 Παράρτημα Z – ISDN PCI Card Open Vox



Εικόνα 18: Η ISDN κάρτα που χρησιμοποιήθηκε για την εργασία

