

Τμήμα
Μηχανικών
Πληροφορικής τ.ε.

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Δυτικής Ελλάδας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σύγκριση πρωτοκόλλων H.323 και SIP

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΤΣΙΡΩΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΒΑΣΙΛΗΣ ΤΣΑΚΑΝΙΚΑΣ

Ακαδημαϊκό Έτος: 2015-2016

ΑΜ:1286

Περιεχόμενα

3.....Εισαγωγή

4.....Ορολογίες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

5.....Ιστορική αναδρομή, η ανάγκη της επικοινωνίας εξ' αποστάσεως

8.....PSTN (Public Switch Telephone Network)

10.....Εξαρτήματα που συνθέτουν ένα παραδοσιακό τηλεφωνικό δίκτυο

13.....Τύποι τηλεφώνων

14.....Τηλεφωνική καλωδίωση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

16.....Εισαγωγή στη τεχνολογία VoIP

17.....Λόγοι χρησιμοποίησης VoIP τεχνολογίας

18.....Περιγραφή τοπολογίας VoIP

18.....Λίστα εξαρτημάτων για ανάπτυξη VoIP δικτύου

21.....Quality of service

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

23.....Πρωτόκολλο SIP

25.....Μέλη τα οποία συνθέτουν το SIP

26.....Τύποι μηνυμάτων SIP

27.....Παράδειγμα SIP τοπολογίας

43.....Ασφάλεια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

45.....H.323

45.....Χαρακτηριστικά του H.323

47.....Λίστα πρωτοκόλλων που συνθέτουν το H.323

50.....Φυσικά εξαρτήματα που συνθέτουν την αρχιτεκτονική του H.323

52.....Τρόπος λειτουργίας H.323 και δομή μηνυμάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

72.....H.323 vs. SIP

74.....ΠΟΛΥΠΟΛΟΚΟΤΗΤΑ

75.....ΕΠΕΚΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ

77.....ΚΛΙΜΑΚΩΣΗ

80.....ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

81..... Προσομοίωση δικτύων με βάση το SIP και το H.323

81.....Μερος 1

91.....Μερος 2

101.....Μέρος 3

112.....Μερος 4

122..... Επίλογος/Συμπεράσματα

124.....Παραπομπές

Εισαγωγή

Η τεχνολογία VoIP (Voice over IP) γνωστή και ως φωνή επί διαδικτυακού πρωτοκόλλου είναι ευρέως διαδεδομένη και αποτελεί σημαντικό κομμάτι στον τομέα των τηλεπικοινωνιών. Ο λόγος που οι οικίες και οι επιχειρήσεις στρέφονται προς αυτή την τεχνολογία είναι ότι προσφέρει καλής ποιότητας φωνητική ομιλία σε πραγματικό χρόνο αξιοπρεπή ποιότητα και το πιο σημαντικό είναι το χαμηλό κόστος των κλήσεων αυτών γιατί δεν συμμετέχει κάποιος παραδοσιακός φορέας υπηρεσιών τηλεφώνου. Αν και εφόσον λαμβάνει μέρος ανάμεσα σε δύο όμοιες συσκευές η επικοινωνία αυτού του τύπου διεξάγεται αποκλειστικά μέσω του IP(Internet protocol) με μόνη χρέωση να σχετίζεται με τον πάροχο internet υπηρεσιών. Στην πτυχιακή εργασία ο φοιτητής έχει ως στόχο να περιγράψει τον τρόπο λειτουργίας του VoIP, συγκεκριμένα τα πρωτόκολλα SIP και H.323, το πρώτο λόγω της δημοτικότητάς του και το δεύτερο για τι αποτελεί την βάση για την εν λόγω τεχνολογία και χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα. Τέλος ο φοιτητής θα αφιερώσει μία ενότητα που αφορά την σύγκριση των δύο πρωτοκόλλων μεταξύ τους ως προς την πολυπλοκότητα, την επεκτασιμότητα, την κλιμάκωση και τις υπηρεσίες που προσφέρουν. Στη συνέχεια τα πρωτόκολλα αυτά θα προσομοιωθούν με το NS2 2.29

- Το κεφάλαιο 1 περιλαμβάνει ιστορική ανασκόπηση που αφορά την εξέλιξη του τηλεφώνου από την εποχή του τηλέγραφου μέχρι το PSTN.
- Το κεφάλαιο 2 περιλαμβάνει εισαγωγή στην τεχνολογία VoIP, στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται η γέννηση της τεχνολογίας αυτής και οι λόγοι που οδήγησαν τις οικίες και επιχειρήσεις να αντικαταστήσουν τον παραδοσιακό τηλεφωνικό εξοπλισμό τους για χάρη του πιο ευέλικτου συστήματος τηλεφωνίας το οποίο είναι βασισμένο σε δικτυακές υποδομές. Στη συνέχεια περιγράφονται ορισμένες τοπολογίες, τα εξαρτήματα που συνθέτουν ένα VoIP δίκτυο και τους λόγους χρήσης Qos για βέλτιστη απόδοση μίας VoIP τοπολογίας.
- Το κεφάλαιο 3 περιλαμβάνει ιστορική αναδρομή που αφορά την σύλληψη του πρωτοκόλλου SIP καθώς τον τρόπο λειτουργίας του και τα περιεχόμενα των πακέτων σηματοδοσίας που αποστέλλονται κατά τη διάρκεια μίας SIP συνόδου.
- Το κεφάλαιο 4 περιγράφει τον τρόπο λειτουργίας του πρωτότυπου πρωτοκόλλου τηλεφωνικής συνδιάσκεψης και τηλεδιάσκεψης H.323 και τα περιεχόμενα των πακέτων σηματοδοσίας που αποστέλλονται.
- Το κεφάλαιο 5 περιγράφει την σύγκριση των πρωτοκόλλων SIP και H.323 ως προς την πολυπλοκότητα τους την κλιμάκωσή τους την επεκτασιμότητα και τις υπηρεσίες που προσφέρουν.
- Τέλος το κεφάλαιο 6 περιλαμβάνει το τμήμα υλοποίησης το οποίο σχετίζεται με την προσομοίωση τοπολογιών που βασίζονται στα πρωτόκολλα SIP και H.323 με το NS2 ενώ με την βοήθεια του xgraph θα υπάρξουν γραφήματα των τοπολογιών και με βάση αυτά θα συγκριθούνε.

Ορολογίες

VoIP: Voice over internet protocol

PSTN: Public switched telephone network

PBX: Private branch exchange

SS7: Signaling system no 7

NAP: Network Access Point

ISDN: Integrated services digital network

SIP: Session initiation protocol

SDP: Session description protocol

DHCP: Dynamic host configuration protocol

TFTP: Trivial File Transfer Protocol

RTP: Real-time transfer protocol

HTTP: Hypertext transfer protocol

TCP: Transmission control protocol

IP: internet protocol

UDP: user datagram protocol

Qos: Quality of service

NTP: Network time protocol

POE: power over Ethernet

UA: User agent

UAS: User agent server

UAC: User agent client

AOR: Address of record

URI: Uniform resource identifier

IETF: internet engineering task force

RFC: request for comments

MCU: Multipoint control Unit.

RTCP: Real-time control protocol

ITU-T: international telecommunications union – telecom

SMTP: simple mail transfer protocol

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Ιστορική αναδρομή, η ανάγκη της επικοινωνίας εξ' αποστάσεως

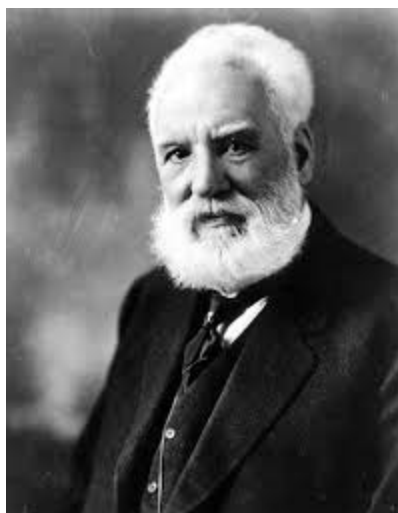
Το τηλέφωνο είναι ένα όργανο επικοινωνίας με σκοπό τη μετάδοση ομιλίας και άλλων ήχων σε ένα απομακρυσμένο σημείο και την αναπαραγωγή τους με τη βοήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας. Η εφεύρεση του τηλεφώνου έφερε την επανάσταση και η ανθρώπινη ιστορία άλλαξε για πάντα. Πριν εφευρεθεί το τηλέφωνο τα τότε σύγχρονα μέσα όπως οι τηλεγράφοι, δεν επαρκούσαν για την απομακρυσμένη επικοινωνία. Το τηλέφωνο υπήρξε σημαντική καινοτομία και αυτό γιατί επέτρεπε άμεση και ταχύτατη επικοινωνία, με αποτέλεσμα η μετάδοση πληροφορίας να πραγματοποιείται σε μικρό χρονικό διάστημα.

Σήμερα οι τηλεπικοινωνίες έχουν ενσωματωθεί στην ανθρώπινη καθημερινότητα. Σημαντικοί φορείς αυτών των τεχνολογικών εξελίξεων που έλαβαν μέρος τις τελευταίες δεκαετίες, είναι δημοφιλείς συσκευές όπως το τηλέφωνο, η τηλεόραση το ραδιόφωνο και ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, συνέβαλαν στην ταχύτατη διάδοση διαφορετικών τύπων πληροφοριών, ανεξαρτήτως απόστασης. Η ανάγκη για επικοινωνία εξ αποστάσεως υπήρξε από τα προϊστορικά χρόνια μέχρι και τον μεσαίωνα. Την περίοδο αυτή οι τηλεπικοινωνίες ήταν δυνατές με δύο τρόπους: οπτικά και ακουστικά. Η πρώτη μέθοδος επινοήθηκε από την ανακάλυψη της φωτιάς. Όσο τα χρόνια περνούσαν, οι άνθρωποι επινόησαν ποικίλους τρόπους απομακρυσμένης επικοινωνίας όπως τα σήματα καπνού, πυρσούς η ακόμα και πολύχρωμες σημαίες. Πριν από αυτές τις καινοτομίες οι άνθρωποι περιοριζόντουσαν σε ηχητικά σήματα μέσω τυμπάνων και στη συνέχεια εφευρέθηκαν διάφορα όργανα όπως τρομπέτες η κόρνες, κυρίως για στρατιωτικούς σκοπούς. Πάνω στα πλαίσια των εν λόγω τάσεων οι αρχαίοι Έλληνες ανέπτυξαν δικά τους συστήματα βασισμένα στην οπτική και την ακουστική επικοινωνία. Μερικές από αυτές τις συσκευές είναι το ακουστικό κέρασ, η πυρεία, ο υδραυλικός τηλεγράφος και το σύστημα φρυκτωριών, συσκευές οι οποίες έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών. Στα επόμενα χρόνια όπως ήταν αναμενόμενο, τα συστήματα βελτιώθηκαν ενώ πολλοί έκαναν εφευρέσεις πάνω σε αυτές.

Αρκετά χρόνια μετά με την ακμή της βιομηχανικής επανάστασης, η ανάγκη πιο αξιόπιστων και ταχύτερων τηλεπικοινωνιακών συστημάτων έγινε επιτακτική και αυτό οδήγησε στην έλευση του τηλεγράφου, ο προκάτοχος του τηλεφώνου. Η ιδέα αυτή με βάση τα αρχαία συστήματα απομακρυσμένης επικοινωνίας υλοποιήθηκε το 1774 από τον George Luis ο οποίος κατασκεύασε μία πρωτότυπη μορφή τηλεγράφου, στη συνέχεια ακολούθησαν και άλλοι κατασκευαστές τηλεγράφων όπως οι Semmering και ο Ampere.

Το 1837 ο Samuel Morse παρουσίασε έναν τηλεγράφο με δυνατότητα γρήγορης μετάδοσης μηνυμάτων σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς μεγάλο κόστος και το 1844 στάλθηκε το πρώτο μήνυμα από την Ουάσιγκτον στην Βαλτιμόρη. Η εφεύρεση αυτή τελειοποιήθηκε και με τις δυνατότητες της να έχουν εκμεταλλευτεί στο έπακρο, δημιουργήθηκε η ανάγκη δημιουργίας μιας συσκευής με δυνατότητα μεταφοράς ήχου, κυρίως ανθρώπινης ομιλίας.

Alexander Graham Bell



Ο Alexander Graham Bell γεννήθηκε στις 3 Μαρτίου το 1847 στο Εδιμβούργο της Σκωτίας και σπούδασε στα πανεπιστήμια του Εδιμβούργου και του Λονδίνου. Το 1870 μετακόμισε στον Καναδά και το 1871 στις ηνωμένες πολιτείες όπου άρχισε να διδάσκει σε κωφάλαλους το σύστημα οπτικής ομιλίας το οποίο αναπτύχθηκε από τον πατέρα του. Στην ουσία το σύστημα δείχνει τον τρόπο που τα χείλη η γλώσσα και ο λαιμός χρησιμοποιούνται για την άρθρωση του λόγου. Στη συνέχεια το 1872 ο Bell ίδρυσε ένα σχολείο για τους κωφάλαλους στη Βοστώνη της Μασαχουσέτης το οποίο στη συνέχεια ενώθηκε με πανεπιστήμιο της Βοστώνης, χρόνια μετά, ο Bell διορίζεται ως καθηγητής φωνητικής φυσιολογίας. Από την ηλικία των 18 εργαζόταν πάνω στην ιδέα της διαβίβασης της ομιλίας. Το 1874 ενώ δούλευε σε ένα είδος τηλεγράφου ανέπτυξε τις πρώτες ιδέες για το τηλέφωνο. Το καλοκαίρι το 1875 μαζί με τον βοηθό του Thomas Wattson ανακάλυψαν ότι ένα έλασμα από ασάλι όταν δονείται από διάφορους ήχους επηρέαζε το ρεύμα ενός ηλεκτρομαγνήτη, επίσης παρατήρησε ότι σε κάποιο άλλο σημείο ένας άλλος ηλεκτρομαγνήτης επηρεαζόταν από αυτές τις αλλαγές του ρεύματος και με τη σειρά του έκανε το άλλο έλασμα να πάλλεται. Το πείραμα αυτό αποδείχτηκε επιτυχή και στις 10 Μαρτίου 1876, διαβάστηκε η πρώτη πλήρης πρόταση μέσω τηλεφώνου "Wattson, έλα εδώ, σε θέλω".

Στη συνέχεια δεν άργησαν και οι επιδείξεις της συσκευής στον κόσμο και αυτό οδήγησε στην οργάνωση της τηλεφωνικής επιχείρησής Bell το 1877 παρόλο που υπήρξαν και άλλοι ερευνητές πριν τον Bell που επινόησαν συσκευές επικοινωνίας, όπως ο Antonio Meucci ο οποίος ανέπτυξε μια πρωτόγονη ακουστική συσκευή στις αρχές του 1870 ενώ ο Elisha Gray υπέβαλε μια αίτηση ευρεσιτεχνίας με τη κατασκευή του τηλεφώνου λίγες ώρες μετά τον Bell στο Σικάγο με τον δεύτερο να έχει ήδη προλάβει να κατοχυρώσει τα δικαιώματα της εφεύρεσης.

Το 1880 η Γαλλία απονέμει στον Bell το βραβείο Volta μαζί με το έπαθλο 50.000 φράγκων, για την εφεύρεση του. Τα χρήματα αυτά τα επένδυσε για να ιδρύσει το εργαστήριο Volta στην Ουάσιγκτον, τον ίδιο χρόνο οι συνεργάτες του και εκείνος εφηύραν το φωτόφωνο, το οποίο διάβαζε την ομιλία μέσω ακτινών φωτός. Ο Bell υπήρξε συνιδρυτής της National geographic society και ανέλαβε τα προεδρικά του καθήκοντα το 1896 έως το 1904. Επίσης ίδρυσε το περιοδικό Science το 1883. Μετά το 1895 το ενδιαφέρον του στράφηκε στην αεροναυτική στα πλαίσια αυτά αυτός και οι συνεργάτες του δημιούργησαν μεγάλες εφευρέσεις. Αργότερα ο Bell συνέχισε τις έρευνές του πάνω στις αιτίες και στην

κληρονομικότητα της κώφωσης. Πέθανε στις 22 Αυγούστου το 1922, στο Baddeck του Καναδά όπου σήμερα υπάρχει ένα μουσείο που είναι αφιερωμένο στο έργο και στη ζωή του.

Η εφεύρεση του τηλεφώνου

Το 1854 ο Γάλλος εφευρέτης Charles Bourseul σκέφτηκε ότι οι δονήσεις που προκαλούνται από την ομιλία σ' ένα εύκαμπτο δίσκο η κάποιο διάφραγμα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για σύνδεση η αποσύνδεση ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, με αυτόν τον τρόπο μπορούσαν να παράγουν παρόμοιες δονήσεις σε ένα διάφραγμα που βρίσκεται σ άλλη θέση, όπου ο αρχικός ήχος θα αναπαραγόταν. Μερικά χρόνια μετά, ο Γερμανός φυσικός Johann Philip Reis εφεύρε ένα όργανο που διάβαζε μουσικούς τόνους αλλά δεν μπορούσε να αναπαράγει την ομιλία. Το 1870, μια μορφή ακουστικής επικοινωνίας αναπτύχθηκε από τον Ιταλοαμερικανικό Antonio Meucci. Το 1876, ανακαλύφθηκε ότι μόνο ένα σταθερό ηλεκτρικό ρεύμα αρκεί για μετάδοση ομιλίας και έτσι ο Alexander Graham Bell παρήγαγε το πρώτο τηλέφωνο ικανό για ανθρώπινη ομιλία με βάση την ποιότητα και χροιά της. Το τηλέφωνο τυπικά αποτελείται από τον πομπό, τον δέκτη και το καλώδιο που τα συνδέει. Ο πομπός και ο δέκτης ήταν ίδιοι όσον αφορά από τι αποτελούνται και οι δυο περιείχαν ένα εύκαμπτο μεταλλικό διάφραγμα και ένα πεταλοειδή μαγνήτη με μία σπείρα καλωδίων. Τα ηχητικά κύματα χτυπούσαν το διάφραγμα με αποτέλεσμα να δονηθεί στο πεδίο του μαγνήτη. Η δόνηση αυτή παρήγαγε ηλεκτρικό ρεύμα στη σπείρα των καλωδίων το οποίο ταξίδευε μέσω των καλωδίων σε ένα άλλο δέκτη που μετέφερε τις αλλαγές αυτές στη δύναμη του μαγνητικού πεδίου. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να κάνει το διάφραγμα να δονείται με σκοπό την αναπαραγωγή του αρχικού ήχου.

Η επικράτηση του τηλεφώνου

Το τηλέφωνο αποδείχθηκε δύσκολο να αντικατασταθεί, από τότε που γνωστοποιήθηκε άρχισε να χρησιμοποιείται με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Η αρχική καχυποψία του κόσμου ήταν αναπόφευκτη με αποτέλεσμα τα τηλεφωνα να είναι εγκατεστημένα μόνο στις τηλεφωνικές υπηρεσίες όπως τηλεγραφεία και ταχυδρομεία της εκάστοτε περιοχής. Με τον καιρό όμως σιγά σιγά έγινε προσιτό στον υπόλοιπο κόσμο με αποτέλεσμα οι τηλεγράφοι να αντικατασταθούν από τα τηλέφωνα.

Βασικός λόγος επικράτησης του τηλεφώνου όσον αφορά τις τηλεπικοινωνίες είναι η ευκολία χρήσης του, μετέδιδε φωνή και όχι ηλεκτρικά σήματα, στην πορεία απέκτησε και άλλες χρήσιμες δυνατότητες όπως μνήμη τηλεφώνων και ταχύτερη επικοινωνία.

Ένας τηλεφωνικός πομπός αποτελείται από το μικρόφωνο και το σώμα στο οποίο έχει τοποθετηθεί ένας δίσκος μέσω του οποίου μπορούμε να επιλέγουμε αριθμούς. Τα ηχητικά κύματα της φωνής μετατρέπονται σε ηλεκτρικά πριν αποσταλούν σε μεγάλες αποστάσεις μέσω ενός τηλεφωνικού ζεύγους, όταν φτάνουν στον προορισμό τους μετατρέπονται πάλι από ηχητικά κύματα σε ακουστικά την εργασία αυτή την αναλαμβάνει το μικρόφωνο που λειτουργεί διαφορετικά από ένα απλό μικρόφωνο.

Η σημαντικότερη διαφορά στα μικρόφωνα είναι η φασματική τους απόκριση. Η φασματική απόκριση αφορά τις συχνότητες του ήχου που ένα μικρόφωνο μπορεί να αναπαραστήσει καλά. Το μικρόφωνο σε ένα τηλέφωνο μπορεί να αναπαράγει μόνο ένα μικρό φάσμα συχνοτήτων. Ονομάζεται μικρόφωνο άνθρακα το μικρόφωνο άνθρακα είναι κατασκευασμένο από ένα μικρό κύπελλο γεμάτο κόκκους άνθρακα. Μια μικρή ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος ρέει σταθερά μέσω των κόκκων. Δίπλα στο κύπελλο που περιέχει τους κόκκους υπάρχει ένα εύκαμπτο κομμάτι από μέταλλο που ονομάζεται διάφραγμα. Το διάφραγμα πάλλεται όταν προσπίπτουν σε αυτό τα ηχητικά κύματα. Το παλλόμενο διάφραγμα πιέζει τους κόκκους άνθρακα. Αυτό συνεπάγεται μεγάλη ροή ηλεκτρικού ρεύματος. Όταν σταματά η πίεση, ρέει λιγότερο ρεύμα. Το μεταβαλλόμενο σήμα αντιπροσωπεύει τον ήχο που μεταδίδεται. Το διάφραγμα υπόκειται στη δράση του μαγνητικού πεδίου ενός μόνιμου μαγνήτη, στις πολικές εκτάσεις του οποίου είναι περιελιγμένα δύο πηνία, μέσω των οποίων κυκλοφορεί το ηλεκτρικό ρεύμα της γραμμής. Οι μεταβολές του ρεύματος αυτού προκαλούν αντίστοιχες μεταβολές στο μαγνητικό πεδίο και αυξάνουν ή μειώνουν τη δύναμη έλξης, που ασκείται πάνω στη μεμβράνη από το μόνιμο μαγνήτη, με αποτέλεσμα να πάλλεται η μεμβράνη με τον ρυθμό μεταβολών του ηλεκτρικού ρεύματος, που προέρχεται από τη γραμμή. Ο παλμός και το ηχητικό κύμα που παράγεται από αυτήν αντιστοιχούν στις μεταβολές του ρεύματος και συνεπώς στο ηχητικό κύμα που τις είχε παράγει μέσω τηλεφώνου.

Όλα τα τηλέφωνα (η κάθε τηλεφωνική γραμμή) έχουν το δικό τους αριθμό. Όταν κάποιος καλεί έναν αριθμό τηλεφώνου σε ένα τηλέφωνο με περιστρεφόμενο δίσκο, ένας ηλεκτρικός διακόπτης μέσα στο τηλέφωνο συνδέει και ύστερα διακόπτει το κύκλωμα. Συνδέει και διακόπτει μία φορά για τον αριθμό 1, δύο φορές για τον αριθμό 2 κ.ο.κ. Τα τηλέφωνα με πλήκτρα στέλνουν σήματα διαφορετικών συχνοτήτων. Κάθε συσκευή που μπορεί να στείλει τις συχνότητες αυτές, μπορεί να καλέσει έναν αριθμό. Αυτός είναι ο βασικός τρόπος με τον οποίο πολλά συστήματα υπολογιστών επικοινωνούν μεταξύ τους με σκοπό την επικοινωνία και τη μετάδοση πολυμέσων.

PSTN (Δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής, public switch telephone network).

Αυτό είναι το παγκόσμιο τηλεφωνικό δίκτυο και περιλαμβάνει υπηρεσίες με σκοπό την δημόσια τηλεφωνία. Ένα τυπικό PSTN αποτελείται από τηλεφωνικές γραμμές, οπτικές ίνες, συνδέσεις μετάδοσης μικροκυμάτων, κυτταρικά δίκτυα, δορυφόρους και υποβρύχιες τηλεφωνικές γραμμές. Όλα αυτά διασυνδέονται μέσω κέντρων μεταγωγής επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο τα περισσότερα τηλέφωνα να έρθουν σε επικοινωνία μεταξύ τους. Αρχικά το PSTN ήταν ένα δίκτυο αποκλειστικά σταθερής επικοινωνίας. Σήμερα είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου ψηφιακό όσον αφορά τη βάση του, υποστηρίζοντας κινητά τηλέφωνα και άλλα δίκτυα, το ίδιο ισχύει και για τα κλασσικά τηλέφωνα. Η λειτουργία ενός PSTN βασίζεται στις αρχές οι οποίες δημιουργήθηκαν από την ITU-T. Αυτές οι αρχές επιτρέπουν διαφορετικά δίκτυα σε διαφορετικές περιοχές να επικοινωνούν μεταξύ τους. Τα standards E.163 και E.164 παρέχουν ένα παγκόσμιο διάστημα διευθύνσεων για τηλεφωνικούς αριθμούς ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που παρέχουν IP διευθύνσεις τα IPV4 και IPV6. Ο συνδυασμός των διασυνδεδεμένων δικτύων και το απλό σχέδιο αριθμών επιτρέπουν συνδιαλέξεις μέσω τηλεφώνων σε όλο τον κόσμο.

Τα πρώτα τηλέφωνα δεν άνηκαν σε κάποιο δίκτυο αλλά ήταν ιδιωτικής χρήσης διασυνδεδεμένα σε ζευγάρια. Όσοι χρήστες ήθελαν να επικοινωνήσουν σε διαφορετικά άτομα ταυτόχρονα έπρεπε να έχουν στη διάθεση τους όσα περισσότερα τηλέφωνα το δυνατόν προκειμένου να συμβεί αυτό.

Τα μεταγενέστερα μοντέλα τηλεφώνων εκμεταλλεύτηκαν τις αρχές συναλλαγής που ήδη χρησιμοποιούνταν από τα δίκτυα τηλεγράφων. Κάθε τηλέφωνο ήταν συνδεδεμένο σε κάποιον τοπικό γραφείο τηλεφωνικών συναλλαγών, γνωστό και ως τηλεφωνικό κέντρο. Οι συναλλαγές αυτές ήταν διασυνδεδεμένες μέσω γραμμών. Ομοίως με τα σημερινά δίκτυα υπολογιστών, τα κλασικά τηλεφωνικά δίκτυα ήταν διασυνδεδεμένα ιεραρχικά, στη συνέχεια επεκτάθηκαν σε πόλεις, χώρες, ηπείρους και ωκεανούς. Σε αυτό το σημείο γεννήθηκε το PSTN.

Το PSTN αποτελείται από δύο είδη δικτύων, το δίκτυο κίνησης και το δίκτυο σηματοδότησης. Εμείς συνομιλούμε και αποστέλλουμε πληροφορίες μέσα στο δίκτυο κίνησης. Οι συνδέσεις αυτές είναι ελεγχόμενες από το δίκτυο σηματοδότησης το οποίο διαθέτει αυτόνομη αρχιτεκτονική και το δικό του πρωτόκολλο. Σε αντίθεση με τη γλώσσα του internet που βασίζεται σε tcp/ip η γλώσσα του δικτύου σηματοδότησης του PSTN είναι SS7(signaling system 7). Παρόλο που το PSTN και internet μιλούνε διαφορετικές γλώσσες, οι ομοιότητες μεταξύ τους υπάρχουν όπως διασυνδεδεμένα τερματικά σημεία και δρομολόγηση κλήσεων, καταγραφή ποσοστού χρήσης, διευθυνσιοδότηση και έλεγχος πόρων να είναι μερικές από αυτές.

Όσον αφορά την δομή του, το PSTN αποτελείται από κώδικες περιοχής, τοπικές περιοχές μεταφοράς και συναλλαγών, φορείς όπως τοπικές συναλλαγές και δια-συναλλαγές. Είναι οργανωμένο γεωγραφικά και ρυθμισμένο με βάση το κόστος, τις υπηρεσίες και τον ανταγωνισμό ενάντια σε άλλους πάροχους.

Σήμερα οι εταιρίες τηλεφωνίας δεν διαφέρουν και τόσο από το internet η τις εταιρίες παροχής διαδικτυακών υπηρεσιών. Αν συνδυάσουμε το παραπάνω με την μετατροπή δειγμάτων φωνής σε πακέτα δεδομένων φωνής, ήταν ολοφάνερο ότι η ώρα οπού οι διασυνδέσεις βασισμένες σε κυκλώματα μεταγωγής δεν θα είναι μέρος του δικτύου. Αυτό οδήγησε τους παρόχους στο να θελήσουν να αλλάξουν την υποδομή και τα μοντέλα εφαρμογών για να μπορέσουν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των ip υπηρεσιών. Στις πρώτες μέρες του internet, η δόμηση του βασιζόταν σε δικτυακά σημεία πρόσβασης NAP (network access point). Αρχικά τα σημεία ήταν τέσσερα στην Καλιφόρνια, Νέο Τζέρσεϋ, Μίσιγκαν και Ουάσιγκτον. Η ιδέα είχε ως εξής: όλοι όσοι ήθελαν να αποκτήσουν πρόσβαση στο παγκόσμιο δίκτυο δεδομένων θα έπρεπε πρώτα να διασυνδεθούν μέσω των NAP. Σύντομα οι εταιρίες αντιλήφθηκαν ότι εάν συνέχιζαν να διατηρούν τα routing tables οι μικρότερες εταιρίες δεν θα μπορούσαν να παρέχουν στους πελάτες τους πλήρη συνδεσιμότητα χωρίς μια μικρή βοήθεια. Ποιά είναι τα κοινά οφέλη μιας παγκόσμιας υπηρεσίας παροχής internet(ISP); Μεγάλες ISP εταιρίες ανέπτυξαν συμφωνίες συναλλαγής και ιδιωτικά σημεία συναλλαγών προκειμένου να διακινηθούν τα δεδομένα. Η μοίρα μίας μικρής εταιρίας ISP συνήθως ήταν η εξαγορά, η απόκτηση υπηρεσιών μέσω μεγάλων παροχών η χρεοκοπία με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να συνεχίσουν οι dial-up υπηρεσίες.

Ss7 (Signaling System No. 7)

Αποτελεί μία σειρά τηλεφωνικών πρωτόκολλων σηματοδότησης τα οποία αναπτύχθηκαν το 1975 και χρησιμοποιούνται για την εγκαθίδρυση και τον τερματισμό μεγάλου μέρους τηλεφωνικών κλήσεων του PSTN. Ασχολείται επίσης με την μετάφραση αριθμών, την κινητικότητα τοπικών αριθμών, τους φόρους, SMS και άλλες υπηρεσίες που αφορούν την αγορά.

Εξαρτήματα που συνθέτουν ένα παραδοσιακό τηλεφωνικό δίκτυο

Central office (κεντρικό γραφείο) ή telephone exchange (τηλεφωνικό κέντρο).

Αποτελεί ένα σύστημα τηλεπικοινωνιών που χρησιμοποιείται ευρέως στα παραδοσιακά τηλεφωνικά δίκτυα, συνήθως σε κτήρια μεγάλων εταιριών για αυτό ονομάζεται και κεντρικό γραφείο. Το κεντρικό γραφείο έχει μέσα εγκατεστημένο έναν μεταγωγό τοπικών συναλλαγών μέσα από τον οποίο διασυνδέονται τηλεφωνικές συνδρομητικές γραμμές με σκοπό την επικοινωνία κλήσης ανάμεσα τους, τα πιο παλιά συστήματα ήταν διαχειριζόμενα από ανθρώπους.



1.1 Ένας διαχειριστής τηλεφώνου συνδέει χειροκίνητα τις κλήσεις με ζευγάρια καλωδίων πάνω σε έναν πίνακα μεταγωγής τηλεφώνου.

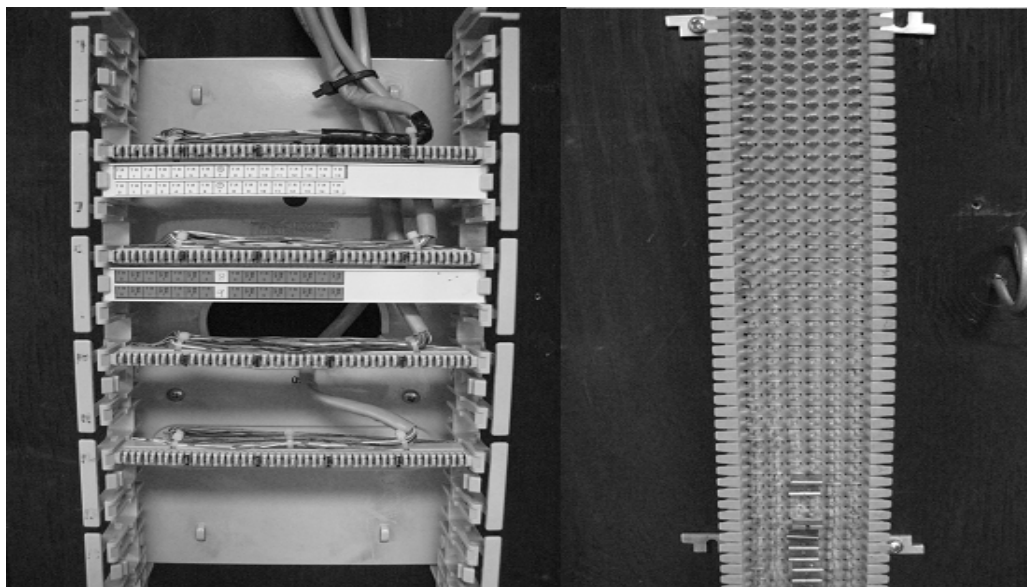
PBX (private branch exchange)



1.2 Pbx Avaya S8300 / Avaya G700

Η συσκευή αυτή είναι υπεύθυνη για την διαχείριση όλων των λειτουργιών και υπηρεσιών του κεντρικού γραφείου ή του τηλεφωνικού μεταγωγέα. Εσωτερικά τηλέφωνα συνδέονται στο PBX το οποίο με τη σειρά του συνδέεται με τον εξωτερικό φορέα δικτύου. Ένα PBX παρέχει υπηρεσίες σε όλους τους τύπους τηλεφώνων, ακόμη και VoIP για τα πιο πρόσφατα (IPPBX). Ο ουσιαστικός ρόλος του είναι η δρομολόγηση των αριθμών τηλεφώνου.

Πλαίσια τερματισμού PSTN (PSTN distribution frames)

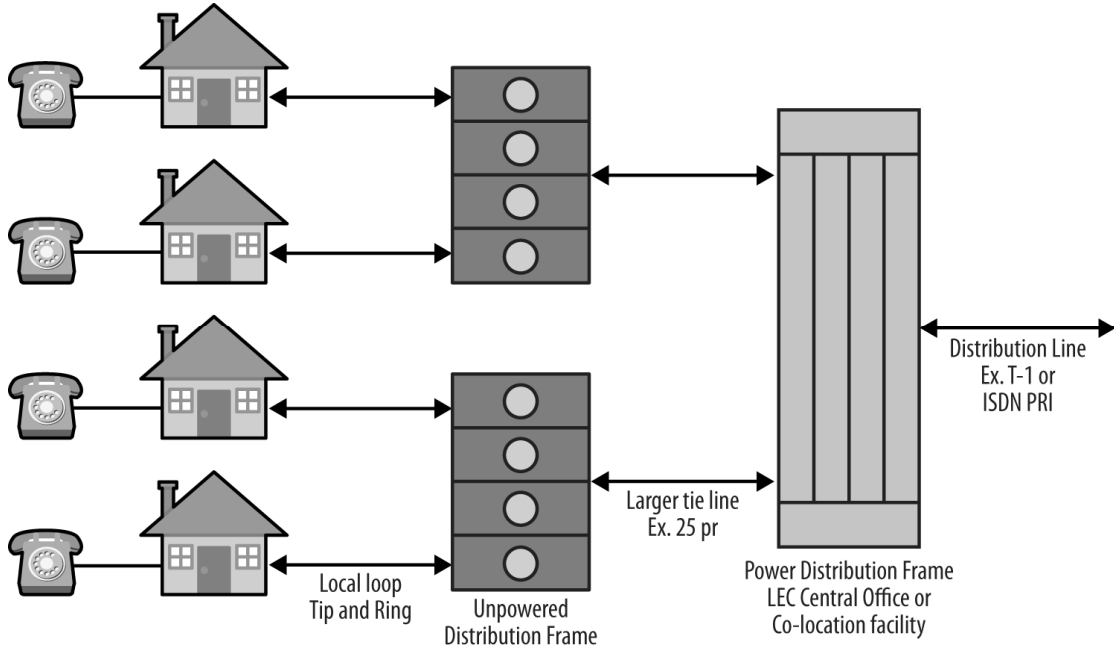


1.3 Πλαίσιο τερματισμού

Αυτά είναι σημεία διασύνδεσης σκοπό να παρέχει συνδεσιμότητα και υπηρεσίες στις περιοχές όπου το γραφείο περιστοιχίζεται, μέσω των τοπικών βρόγχων.

Κύρια πλαίσια τερματισμού

Τα πλαίσια αυτά έχουν εγκατεστημένο εξοπλισμό μεταγωγής ή κωδικοποίησης. Μπορούν να ενώσουν ή να ομαδοποιήσουν χρήστες, προκειμένου να συνδεθούν στα κεντρικά γραφεία.



1.4 Παράδειγμα συνδεσμολογίας πλαισίων τερματισμού

Τοπικός βρόγχος (Local loop)

Η ορολογία αυτή χρησιμοποιείται για να καθοριστεί τι βρίσκεται εκτός του κεντρικού γραφείου. Αποτελείται από ένα σύνολο εξωτερικών εγκαταστάσεων, εξοπλισμών και καλωδιώσεων που παρέχουν πρόσβαση και συνδεσιμότητα προς τον τοπικό πάροχο της περιοχής. Οι γραμμές παραδοσιακής τηλεφωνίας τρέχουν από οικίες ή μικρά γραφεία που χρησιμοποιούν αυτόν τον εξοπλισμό και συνδέονται στον τηλεφωνικό μεταγωγό που χρησιμοποιείται ως τοπικός βρόγχος. Οι γραμμές διακινούνται μέσω μεγάλων καλωδίων θαμμένων κάτω από τη Γή. Κάθε τηλεφωνική γραμμή αποτελείται από ένα ζευγάρι καλωδίων που ονομάζονται tip και ring.

Τύποι τηλεφώνων



1.5 Από αριστερά προς τα δεξιά: αναλογικό τηλέφωνο, ψηφιακό τηλέφωνο, IP τηλέφωνο

Αναλογικά

Ένα απλό αναλογικό τηλέφωνο συνδέεται μέσω ενός τετραμελούς καλωδίου το οποίο διαθέτει ένα κόκκινο και πράσινο ζευγάρι μαζί με ένα κίτρινο και μαύρο ζευγάρι καλωδίων TIP και RING. Αυτή είναι απευθείας σύνδεση με τον τοπικό βρόγχο και το τηλέφωνο τραβάει την ενέργειά του από τον μεταγωγό της τηλεφωνικής εταιρίας. Το σήμα το οποίο αποστέλλεται μέσα στην γραμμή είναι μια ηλεκτρική εκδοχή της ανθρώπινης φωνής. Από τον αποστολέα τα σήματα πρέπει να μετατραπούν σε ψηφιακά προκειμένου να χρησιμοποιηθούν μέσα στο PSTN.

Ψηφιακά

Ο τρόπος καλωδίωσης των ψηφιακών τηλεφώνων είναι ίδιος με αυτό των αναλογικών με την εξής διαφορά. Το εξερχόμενο ψηφιακό σήμα ξεκινάει από το τηλέφωνο και τα εισερχόμενα προς το τηλέφωνο. Στα θετικά των ψηφιακών γραμμών είναι ότι μπορούν να πολυπλέξουν εκπομπές με αποτέλεσμα ένα τηλέφωνο να έχει στη διάθεσή του περισσότερες γραμμές χωρίς να είναι απαραίτητη η επιπλέον καλωδίωση. Επίσης ο αριθμός των πιθανών τιμών σε ένα ψηφιακό σήμα ξεπερνάει την αναλογική γραμμή, με αυτό τον τρόπο ο αριθμός χαρακτηριστικών αυξάνεται.

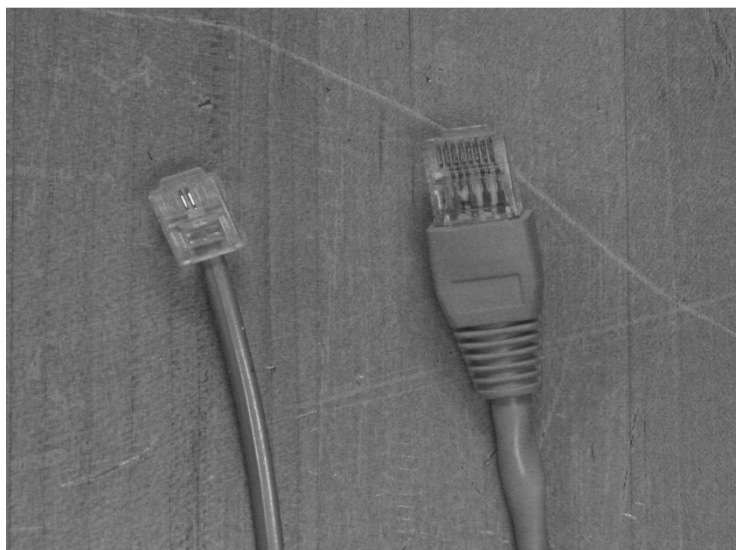
Voice over ip (VoIP)

Σε αντίθεση με τα αναλογικά και ψηφιακά τηλέφωνα που βασίζονται στα παραδοσιακά τηλεφωνικά δίκτυα, ένα τηλέφωνο VoIP βασίζεται σε πρωτόκολλα δικτύων και η υποδομή μέσα στην οποία λειτουργεί είναι πολύ διαφορετική. Όμως Παρ' όλο που τα αναλογικά και ψηφιακά τηλέφωνα ανήκουν στο SS7, ένα αναλογικό τηλέφωνο μέσω κάποιου αντάπτορα μπορεί να συνδεθεί σε έναν παροχο VoIP. Ορισμένα οικιακά gateways (Πύλες), έχουν ενσωματωμένες θύρες για αντάπτορα. Όταν συνδεθεί κατ' αυτόν τον τρόπο η μετάδοση που ξεκίνησε ως αναλογική καταλήγει να μετατρέπεται σε VoIP.

Τηλεφωνική καλωδίωση

Τα patch cords είναι καλώδια που συνήθως τερματίζουν σε βύσματα τύπου RJ11 με τέσσερα καλώδια τα οποία ενθυλακώνονται σε ένα πλαστικό περίβλημα. Τα καλώδια αυτά έρχονται σε δύο ζευγάρια, το κάθε ζευγάρι εξυπηρετεί τις λειτουργίες tip και ring με τα χρώματα τους να είναι κατά σειρά κόκκινο, πράσινο, κίτρινο και μαύρο. Αυτός ο τύπος καλωδίου χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, straight-through ή roll-over. Τα straight-through καλώδια διαθέτουν σειριακή ανάθεση των pin και στα δύο άκρα του βύσματος, πχ: το pin 1 ταιριάζει στο pin1 το pin 2 ταιριάζει στο pin2 κτλ. Ένα roll-over καλώδιο κάνει σχεδόν το αντίθετο πχ: το pin 1 ταιριάζει στο pin8 το pin 2 ταιριάζει στο pin7.

Ένα βύσμα RJ11 μπορεί να συνδεθεί σε μία RJ45 θύρα, άμα ληφθεί υπόψη το μπλε ζευγάρι είναι το κέντρο του RJ45. Συσκευές όπως καλώδια Ethernet, patch cables, τηλεφωνικές πρίζες, κάρτες δικτύου, τηλέφωνα VoIP, και κέντρα δεδομένων χρησιμοποιούν RJ45 για να τερματίζονται οι συνδέσεις. Επειδή το RJ11 ταιριάζει με το RJ-45, βλέπουμε συχνά καλωδιώσεις δεδομένων οι οποίες υποστηρίζουν και παραδοσιακές και VoIP συνδέσεις φωνής.



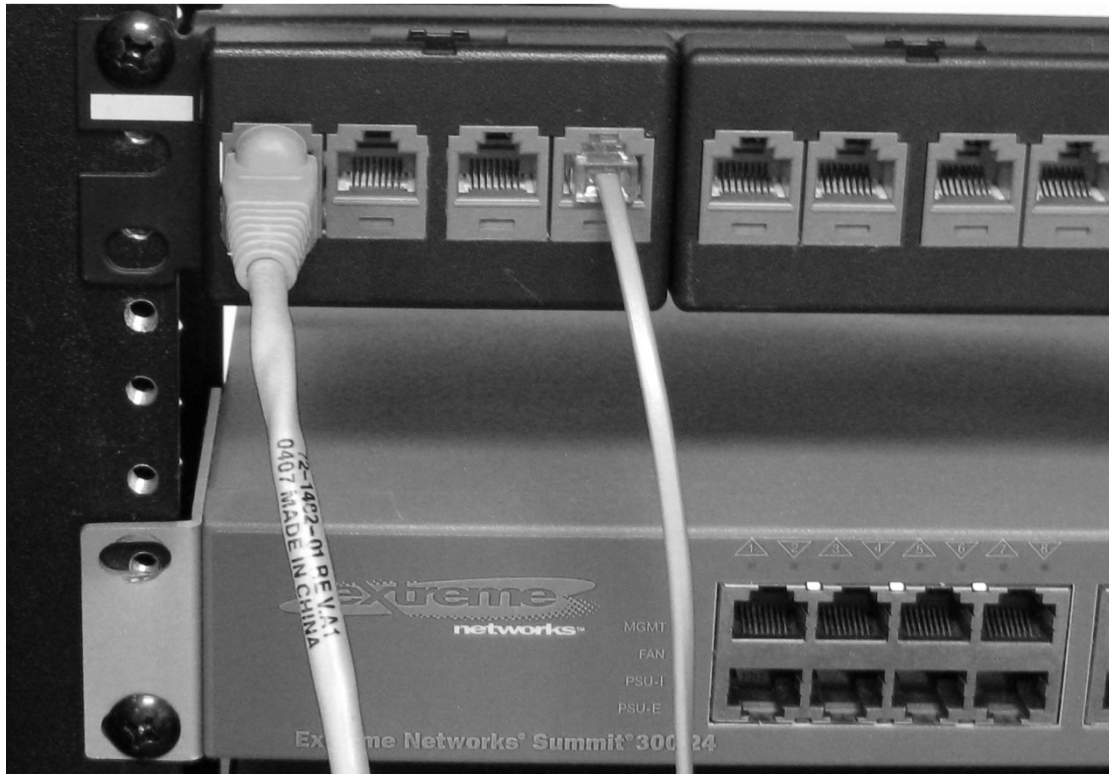
1.6 Βύσματα RJ11 (αριστερά) και RJ45 (δεξιά)

Ένα patch cord με τις λειτουργίες tip and ring συνδέεται κάποια εντοιχισμένη θύρα. Από αυτό το σημείο η τηλεφωνική καλωδίωση, ξεκινάει από την οικία με τον τοπικό φορέα συναλλαγών στο κεντρικό γραφείο. Στον δρόμο του είναι δυνατό να ενσωματωθεί με πολλές συνδέσεις όπως την γειτονία η και σε άλλα κτήρια, παρ' όλα αυτά, είναι ακόμα το ίδιο σήμα δύο καλωδίων που ξεκίνησε είτε από το σπίτι είτε από κάποια επιχείρηση. Τα δύο αυτά καλώδια μεταδίδουν ομιλία και στις δύο κατευθύνσεις.

Η μετάδοση φωνής προς το δίκτυο δεδομένων συνήθως υφίσταται αν τα παραδοσιακά αναλογικά και ψηφιακά τηλέφωνα συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται. Υπάρχει και η περίπτωση τα δύο δίκτυα να μην έχουν σχεδιαστεί ακόμα παρ' όλο που τα καλώδια

αναβαθμίστηκαν. Σε καθεμία από τις δύο περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ίδια υποδομή για να πραγματοποιηθεί μια τέτοια σύνδεση αφού τα πιο παλιά μοντέλα

καλωδίων, τα βύσματα RJ11 μπορούν να συνδεθούν στις πιο καινούριες θύρες και τα αναλογικά τηλέφωνα είναι συμβατά με μια σύνδεση δικτύου δεδομένων.



1.7 Τά βύσματα RJ45(αριστερά) και RJ11(δεξιά) συνδέονται στην ίδια υποδομή μέσω πυλών.

Όταν τα αναλογικά τηλέφωνα αντικατασταθούν με VoIP τηλέφωνα, τα όποια προβλήματα που αφορούν την καλωδίωση εξαφανίζονται, μίας και τα εν λόγω τηλέφωνα είναι για την ακρίβεια κόμβοι που ακολουθούν τους ίδιους κανόνες που ακολουθεί ένας υπολογιστής. Αυτό σημαίνει ότι τα τηλέφωνα χρησιμοποιούν τα ίδια πορτοκαλί και πράσινα καλώδια που χρησιμοποιούν και οι υπολογιστές. Το μόνο πρόβλημα που μένει να λυθεί αφορά την παροχή ενέργειας στο τηλέφωνο (Power over Ethernet). Αυτό μπορεί να συμβεί μέσω των αχρησιμοποίητων μπλέ ή καφέ ζευγαριών καώδιων που είναι τοποθετημένα στα pins 7 και 8, παρολο που τα ίδια καλώδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μεταδοση δεδομένων.

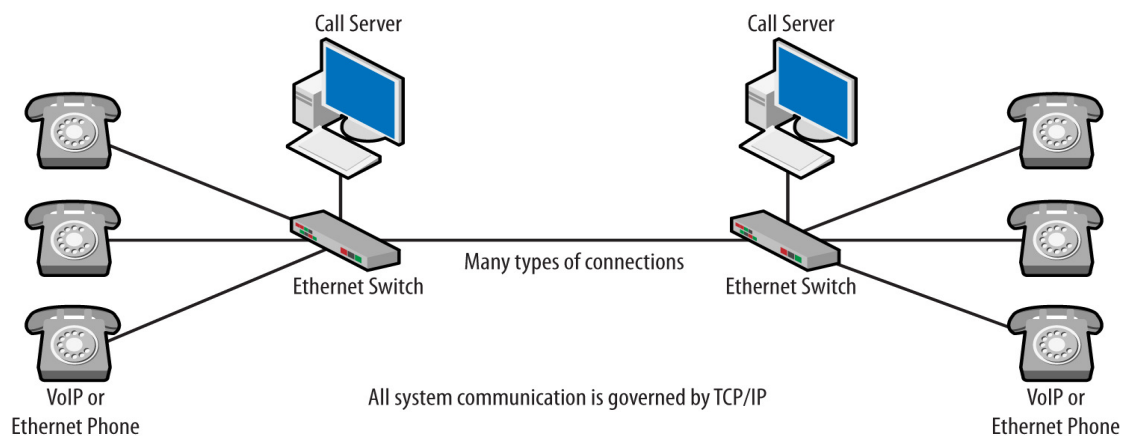
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Εισαγωγή στη τεχνολογία VoIP

Το Voice over IP η όπως αναφέρει το όνομα του “φωνή επί διαδικτυακού πρωτοκόλλου” είναι η ορολογία που χαρακτηρίζει μια ομάδα πρωτοκόλλων και τεχνολογιών η οποία προσφέρει την δυνατότητα φωνητικής συνομιλίας σε πραγματικό χρόνο με σχετικά καλή ποιότητα ήχου και με μικρότερο κόστος πάνω από το διαδίκτυο. Αρχικά ο τρόπος αυτός συνομιλίας γίνονταν αποκλειστικά μέσω υπολογιστών κατά τη σύνδεση στο διαδίκτυο αν και εφόσον διέθεταν μικρόφωνο, ακουστικά και το κατάλληλο λογισμικό. Οι κλήσεις που γινόντουσαν κατέληγαν σε άλλους ομοίως εξοπλισμένους υπολογιστές με την μόνη χρέωση να αφορά την σύνδεση στο διαδίκτυο μίας και στον συγκεκριμένο τρόπο επικοινωνίας δεν συμμετέχει κάποιος παραδοσιακός φορέας τηλεπικοινωνιών. Τα IP δίκτυα βασίζονται σε πακέτα με κάθε πακέτο να είναι ημιαυτόνομο, μίας και διαθέτει την δική του κεφαλίδα IP και στη συνέχεια δρομολογούνται μέσω routers, το κάθε πακέτο ξεχωριστά .

Τα τοπικά VoIP συστήματα περίπου λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο που λειτουργούν οι παραδοσιακές τηλεφωνικές τοπολογίες. Σε ένα σύστημα αρχιτεκτονικής παραδοσιακής τηλεφωνίας πραγματοποιείται έλεγχος σηματοδοσίας για διάφορες εργασίες. Για παράδειγμα τα νούμερα τηλεφώνων εισάγονται χειροκίνητα και οι αριθμοί αυτοί έχουν σημασία. Διάφοροι ήχοι όπως ήχοι απασχόλησης η εκτός λειτουργίας αναλαμβάνουν ρόλο μηνυμάτων. Η εύρεση αριθμών μέσα στη βάση δεδομένων απαιτούν επιπλέον μηνύματα αυτόματου τηλεφωνητή για διάφορες υπηρεσίες. Τα σήματα αυτά μεταφέρονται μέσω συσκευών όπως το PBX (private branch exchange) και το voice mail (για τη φωνή αυτόματου τηλεφωνητή) πριν λάβει μέρος οποιαδήποτε επικοινωνία.

Η τεχνολογία VoIP παίρνει όλα αυτά τα μηνύματα σηματοδοσίας και τα ενθυλακώνει μέσα σε πακέτα και παρ’ όλο που τα παραδοσιακά τηλέφωνα μπορούν να έρθουν σε επαφή με ένα VoIP σύστημα, αυτό δεν συμβαίνει συχνά, μίας και ο στόχος των εταιριών που επιθυμούν να εγκαταστήσουν ένα VoIP σύστημα είναι να χρησιμοποιήσουν λιγότερο εξοπλισμό προκειμένου να απλοποιήσουν θέματα που έχουν σχέση με την συντήρηση και τον χώρο του κτηρίου ώστε να μειωθεί το κόστος. Όταν ένα τέτοιο σύστημα εγκατασταθεί, τα τηλέφωνα αντικαθιστούνται με VoIP Ethernet τηλέφωνα και το PBX αντικαθιστάται με το IP PBX που είναι server τον οποίο κάποιος χρήστης μπορεί να διαχειριστεί μέσω του υπολογιστή του.



2.1 Βασική αρχιτεκτονική τύπου VoIP

Λόγοι χρησιμοποίησης VoIP τεχνολογίας

Οι πιο προφανείς λόγοι υιοθεσίας ενός τέτοιου συστήματος είναι η μείωση του χρηματικού και εργασιακού κόστους. Αντί να χρειάζεται κάποιος πελάτης να πληρώνει τον λογαριασμό του τηλεφώνου και λοιπές υπηρεσίες, μπορεί να πληρώνει μόνο τις υπηρεσίες του δικτύου διασύνδεσης δεδομένων. Αυτό γιατί η VoIP κίνηση ταξιδεύει σε IP πακέτα τα οποία μπορούν να μοιραστούν τη σύνδεσή τους με αποτέλεσμα οι λοιποί φόροι να περιορίζονται στις υπηρεσίες διαδικτύου. Ορισμένες επιχειρήσεις αντικατέστησαν η προσπάθησαν να αντικαταστήσουν ολόκληρο τον προηγούμενο εξοπλισμό τους με VoIP αλλάζοντας την τηλεφωνική υποδομή τους ολοκληρωτικά για χάρη του μειωμένου κόστους.

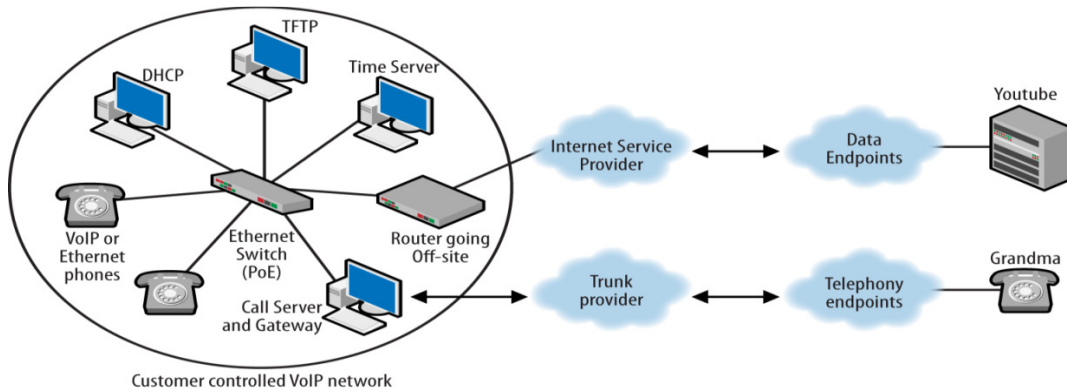
Μερικά από τα θετικά της τεχνολογίας αυτής είναι τα εξής

- Υποστήριξη απλού δικτύου
- Εύκολη εγκατάσταση συσκευών
- Εύκολη συντήρηση και διαχείριση
- Αποφυγή φόρων παραδοσιακής τηλεφωνίας σε περίπτωση που η επικοινωνία αυτού του είδους διεξαχθεί ανάμεσα σε δύο VoIP συσκευές

Όλα τα παραπάνω συμβάλλουν στη συνολική ευελιξία που προσφέρει. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι θα εξαφανιστούν τα ακριβά εξαρτήματα, ενώ επιπλέον χρεώσεις υπάρχουν σε περίπτωση που κάποιος χρήστης Skype έρθει σε επαφή με κάποιο τηλέφωνο που ανήκει στο PSTN. Ορισμένα κόστη που αφορούν τις άδειες χρησιμοποίησης τηλεφώνων, την αγορά τηλεφωνικών αριθμών η τα PBX ισχύουν και εδώ. Τα πιο προχωρημένα μοντέλα δεν είναι ιδιαίτερα μικρού κόστους και η πληρωμή για αριθμούς εξακολουθεί να υπάρχει. Παρ' όλα αυτά όμως υπάρχει η λύση των softphone λογισμικών που μετατρέπουν τον υπολογιστή η την φορητή συσκευή σε VoIP συσκευή, είναι λιγότερο ακριβή και εύκολη στην διαχείριση. Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα είναι ο τρόπος που τα VoIP συστήματα λειτουργούν. Μπορεί να τρέχουν σε δίκτυο δεδομένων άλλα στην ουσία είναι τηλεφωνικά συστήματα τα οποία συνεργάζονται με πρωτόκολλα. Η βασική ιδέα και ο τρόπος λειτουργίας των παραδοσιακών συστημάτων και των VoIP είναι ίδιες.

Περιγραφή τοπολογίας VoIP

Υπάρχουν πολλές τοπολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν οργανώνεται μία VoIP υποδομή. Κάθε δίκτυο έχει στη διάθεσή του μία συλλογή από μοντέλα που παρέχουν μια λύση στον πελάτη. Το σύστημα μπορεί να το τρέξει ή κάποιος χρήστης ή ο διαχειριστής.



2.2 Περιγραφή τρόπου σύνδεσης ενός VoIP γραφείου με τον έξω κόσμο.

Η αριστερή πλευρά της εικόνας 2.1 περιγράφει μία εντός κτηρίου δικτυακή υποδομή, μέσα στην οποία υπάρχουν οι servers που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη των VoIP κόμβων και τηλεφώνων. Η εταιρία βρίσκεται σε επαφή με τον έξω κόσμο μέσω του ISP (internet service provider) πάροχου. Πριν τον ερχομό του VoIP, μία εταιρία μπορούσε να έχει υπό την κατοχή της το δικό της ξεχωριστό δίκτυο που αναλάμβανε την φωνή και αυτό συνδέονταν στο LEC (local exchange carrier) για να είναι δυνατή η συνδεσιμότητα με τα τηλεφωνικά endpoints. Τα VoIP endpoints θα πρέπει να βρίσκονται σε σύνδεση με τα εξωτερικά τηλεφωνικά endpoints. Η διακίνηση σηματοδότησης ρέει από τον εσωτερικό server κλήσης (**call server**) και την πύλη προς την εξωτερική πύλη. Όσες εταιρίες διαθέτουν μικρό προσωπικό ή μικρό αριθμό κόμβων ή απλά δεν θέλουν να τρέξουν τα δικά τους τηλεφωνικά συστήματα, δεν χρησιμοποιούν συσκευές που αφορούν την εξυπηρέτηση πελατών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μέσα στο κτήριο βρίσκονται εγκατεστημένα μόνο επιτραπέζια τηλέφωνα. Όλες οι αναγκαίες υπηρεσίες για την λειτουργία των τηλεφώνων βρίσκονται σε φυσική τοποθεσία μέσα στο κτήριο του πάροχου ο οποίος μπορεί να είναι η να μην είναι πάροχος διαδικτυακών υπηρεσιών.

Λίστα εξαρτημάτων για την ανάπτυξη ενός δικτύου VoIP

Call server

Τα τηλέφωνα εγγράφονται στον call server. Είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση ασφάλειας και ελέγχου πιστοποίησης κατά τη διάρκεια σύνδεσης του με τα τηλέφωνα. Τα δεδομένα φωνής της κλήσης μεταφέρονται με τη βοήθεια του πρωτοκόλλου μεταφοράς πραγματικού χρόνου RTP.

Gateway (Πύλη)

Η συσκευή αυτή χρησιμοποιείται για να συνδέσει ένα εσωτερικό δίκτυο με τον υπόλοιπο κόσμο ή σε κάποιο διαφορετικό σύστημα το οποίο είναι η διαφορετικής τεχνολογίας η όμοιας. Στην πρώτη περίπτωση για παράδειγμα ένα εσωτερικό δίκτυο που βασίζεται στο VoIP μπορεί να συνδεθεί απευθείας με το PSTN. Όμως μεγάλο μέρος του PSTN βρίσκεται υπό τον έλεγχο του SS7 με τον ίδιο τρόπο που το διαδίκτυο βρίσκεται υπό τον έλεγχο του TCP/IP. Το gateway θα συνδέσει τα τελικά σημεία των δύο πλευρών, ή θα αναλάβει την μετάφραση μεταξύ των δύο συστημάτων, ή θα παρέχει χαρακτηριστικά. Στην δεύτερη περίπτωση ένα gateway μπορεί να συνδέσει εταιρίες ή παρόχους μεταξύ τους που σημαίνει πως οι διασυνδεδεμένες ομάδες μπορεί να τρέχουν πάνω στο ίδιο πρωτόκολλο σηματοδότησης.

Πρωτόκολλα VoIP

Υπάρχουν δύο τύποι πρωτοκόλλων VoIP: σηματοδότησης και μεταφοράς. Το πρώτο αναλαμβάνει όλες τις λειτουργίες που κανονικά αναλαμβάνουν τα παραδοσιακά δίκτυα παραδοσιακής τηλεφωνίας όπως το ISDN (integrated services digital network). Το δεύτερο ενθυλακώνει ή μεταφέρει τα δεδομένα φωνής και άλλων πολυμέσων, και το μόνο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται παγκοσμίως για την μεταφορά των είναι το RTP (real-time transfer protocol). Τα πιο σημαντικά πρωτόκολλα στα οποία βασίζεται είναι το πρωτόκολλο SIP και H.323 τα οποία θα αναλυθούν στα επόμενα κεφάλαια ενώ τα πακέτα φωνής κωδικοποιούνται μέσω codec το οποίο είναι ενσωματωμένο στα IP τηλέφωνα και στη συνέχεια ενθυλακώνονται σε πακέτα για να τα μεταφέρει το RTP.

Codecs

Ο λόγος που ονομάζονται με αυτό τον τρόπο είναι λόγω συντομογραφίας των κωδικοποιητών και αποκωδικοποιητών (coder – decoder). Ο σκοπός τους είναι η μετατροπή του αναλογικού σήματος σε μία σειρά ψηφιακών δειγμάτων στην πηγή και όταν φτάσει στον παραλήπτη, το ψηφιακό σήμα μετατρέπεται πάλι σε αναλογικό. Ο πομπός του τηλεφώνου κωδικοποιεί τα δεδομένα φωνής με το codec του και στην συνέχεια ο παραλήπτης με το δικό του codec αποκωδικοποιεί τα πακέτα φωνής.

- Τα codecs υπάρχουν και στα παραδοσιακά και στα VoIP συστήματα.
- Όσον αφορά τα παραδοσιακά συστήματα, το codec βρίσκεται ή στο τηλέφωνο ή στο PBX, ανάλογα πάντα με τον τύπο και το μοντέλο που χρησιμοποιείται.
- Τα τηλέφωνα VoIP πάντα διαθέτουν codecs ενσωματωμένα.
- Τα codecs μπορούν να συμπιέσουν δεδομένα φωνής .

Επιτραπέζια τηλέφωνα και softphones

Τα τηλέφωνα (επίσης γνωστά και ως endpoints ή τερματικά σημεία) σε μία τοπολογία που βασίζεται σε VoIP λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο που λειτουργεί οποιοδήποτε τηλέφωνο σε διαφορετικές συνθήκες όμως. Στα πρώτα στάδια της εξέλιξης του VoIP, υπήρξαν

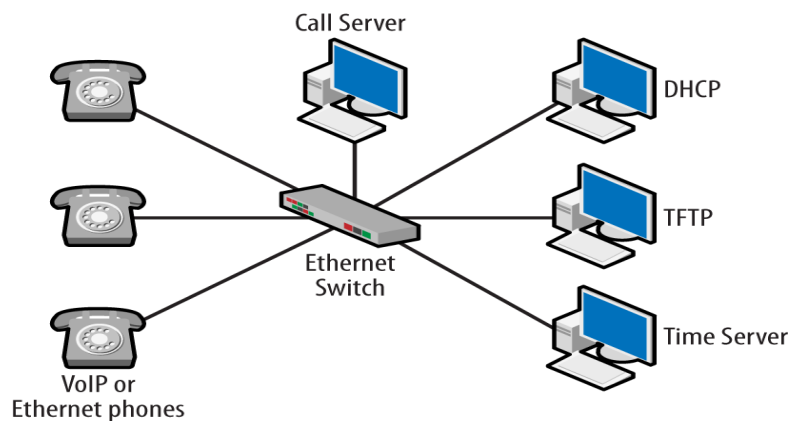
απόπειρες ολοκληρωτικής απαλλαγής από τα παραδοσιακά τηλέφωνα για χάρη ενός τηλεφωνικού λογισμικού που θα εγκαθίσταται σε υπολογιστές. Όμως οι άνθρωποι έχουν ήδη συνηθίσει εδώ και δεκαετίες τον κλασικό σχεδιασμό και δεν τους άρεσε αυτή η αλλαγή. Σήμερα έχουμε ένα μείγμα επιτραπέζιων VoIP τηλεφώνων και τηλεφωνικών εφαρμογών, η softphones.

- Hardphones: Συσκευές οι οποίες σχεδιαστήκαν κυρίως για τηλεφωνική επικοινωνία (πχ: VoIP τηλέφωνα, αναλογικά/ψηφιακά κινητά).
- Softphones: Συσκευές που δεν σχεδιάστηκαν ως τηλέφωνα όμως μπορούν με την εγκατάσταση σχετικού λογισμικού (πχ: Skype, empathy) και με τον απαραίτητο εξοπλισμό όπως ακουστικά και μικρόφωνο να λειτουργήσουν σαν τα κανονικά τηλέφωνα (πχ: Η/Υ, tablet).

Εξαρτήματα που δεν έχουν σχέση με μετάδοση φωνής.

Ένα σύστημα VoIP εξαρτάται από έναν αριθμό υπηρεσιών που δεν ειδικεύονται σε VoIP. Αρκετές υπηρεσίες όπως το DHCP (dynamic host configuration protocol), αποτελούν ήδη μέρος της αρχιτεκτονικής δικτύου και είναι δυνατό να επεκταθούν ώστε να εγκατασταθούν εξαρτήματα βασισμένα σε VoIP. Σε άλλες υπηρεσίες συμπεριλαμβάνεται το TFTP(trivial file transfer protocol), DNS(domain name service) και το NTP(network time protocol). Είναι συνηθισμένο να βλέπουμε αυτές τις υπηρεσίες μέσα στη λίστα απαιτήσεων ενός VoIP προϊόντος, μιας και υπάρχει πιθανότητα να μην λειτουργήσει χωρίς αυτά.

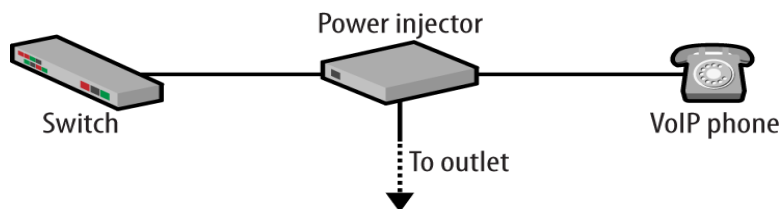
Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει μία τυπική τοπολογία που χρησιμοποιεί call server για την εγγραφή των τηλεφώνων, DHCP για την αντιστοίχιση της καινούριας συσκευής με μία διεύθυνση IP, TFTP για την ενημέρωση και την προσαρμογή του τηλεφώνου στο καινούριο δίκτυο που συνδέθηκε και στον NTP server με σκοπό τον συγχρονισμό των συσκευών. Οι συσκευές αυτές διασυνδέονται σε έναν μεταγωγό.



2.2 Η εικονιζόμενη τοπολογία διαθέτει τρία IP τηλέφωνα έναν εξυπηρετητή κλήσεων γενικού σκοπού, εξυπηρετητές DHCP, TFTP, NTS τα οποία είναι όλα μαζί διασυνδεδεμένα μέσω Ethernet switch.

Power over Ethernet (POE)

Ένα ακόμη κομμάτι που είναι μέρος μιας δικτυακής υποδομής είναι το power over ethernet (PoE). Σημεία πρόσβασης και VoIP τηλέφωνα μπορούν να πάρουν ενέργεια από τροφοδοτικά τα οποία τοποθετούνται ανάμεσα (η είναι ενσωματωμένα) στο switch και το τηλέφωνο όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



2.3 Βασικός τρόπος συνδεσμολογίας μίας συσκευής παροχής ενέργειας προς ένα ip τηλέφωνο και ένα switch.

Η τεχνολογία POE επιτρέπει στα καλώδια δικτύου να μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια, η τεχνολογία αυτή έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

Εξοικονόμηση κόστους και χρόνου: μειώνοντας το χρόνο και το κόστος της εγκατάστασης καλωδίωσης ηλεκτρικής ενέργειας, τα καλώδια Ethernet δεν απαιτούν την πρόσληψη κάποιου ηλεκτρολόγου για να τα συνδέσει επίσης μπορούν να τοποθετηθούν οπουδήποτε.

Ευελιξία: Αφού δεν απαιτείται η σύνδεση με την πρίζα η χρήση ξεχωριστού τροφοδοτικού, συσκευές όπως ασύρματα σημεία πρόσβασης ή IP κάμερες μπορούν να τοποθετηθούν οπουδήποτε χρειάζονται, η τοποθεσία τους αλλάζει εύκολα.

Ασφάλεια: Η μετάδοση ηλεκτρικής ενέργειας μέσω POE είναι έξυπνη, και είναι σχεδιασμένη ώστε να προστατέψει τον δικτυακό εξοπλισμό από την υπερφόρτωση, χαμηλή ενέργεια ή λανθασμένη εγκατάσταση.

Αξιοπιστία: Η ενέργεια που παρέχεται από POE προέρχεται από μια κεντρική και καθολικά συμβατή πηγή και όχι από μια συλλογή καταναμημένων εντοιχισμένων ανταπτορων . Είναι δυνατό να ενισχυθεί από μία χωρίς διακοπές πηγή ενέργειας, η να ελεγχθεί προκειμένου εύκολα να απενεργοποιηθούν ή να επανεκκινήθούν οι συσκευές.

Κλιμάκωση: Έχοντας ενέργεια διαθέσιμη για το δίκτυο σημαίνει ότι η εγκατάσταση και η διανομή είναι απλή και αποδοτική.

Στην περίπτωση των τηλεφώνων τύπου VoIP τα τηλέφωνα μπορούν να τραβήξουν ενέργεια από μία απομακρυσμένη τοποθεσία μέσω μίας σύνδεσης σε κάποια πρίζα.

Quality of Service (Qos)

Προκειμένου το VoIP να αποτελέσει ρεαλιστικός αντικαταστάτης του PSTN, οι πελάτες θα πρέπει να λαμβάνουν την ίδια ποιότητα μετάδοσης φωνής που θα περίμεναν από τα παραδοσιακά τηλέφωνα, αυτό σημαίνει πώς η ποιότητα της φωνής θα πρέπει να είναι κατά συνέπεια υψηλή. Ομοίως με άλλες εφαρμογές πραγματικού χρόνου, η τεχνολογία VoIP είναι ευαίσθητη σε θέματα που αφορούν την ποσότητα bandwidth, το jitter και την

καθυστέρηση των πακέτων. Προκειμένου να μεταδοθεί καθαρή ομιλία προς τον παραλήπτη, τα πακέτα φωνής δεν θα πρέπει να πέσουν, να καθυστερήσουν, ή να υποστούν μεταβαλλόμενη καθυστέρηση (Jitter). Για παράδειγμα, θα πρέπει να υπάρξει συμβατότητα με τα παρακάτω ακόλουθα δεδομένα:

- Τα codecs μοντέλου g.729 απαιτεί το ποσοστό των χαμένων πακέτων να είναι λιγότερο από 1% προκειμένου να αποφευχθούν προβλήματα με τον ήχο. Αυτό σημαίνει πως δεν θα χαθεί κανένα πακέτο στην περίπτωση του VoIP
- Οι οδηγίες της ITU για το g.114 προτείνει λιγότερο από 150ms μονόδρομη σημείο σε σημείο καθυστέρηση προκειμένου να έχουμε κίνηση φωνής υψηλής ποιότητας σε πραγματικό χρόνο.

Το QoS είναι η ορολογία που αναφέρεται στην συνολική ποιότητα μίας δικτυακής υποδομής από την πλευρά των χρηστών και για να επιτευχθεί αυτό υπάρχουν ρυθμίσεις που χρησιμοποιούνται για να δώσει προτεραιότητες στους σημαντικούς τύπους κίνησης. Σε ένα μη ρυθμισμένο switch όλη η κίνηση δικτύου αποστέλλεται και λαμβάνεται. Καθώς κάποιο άτομο στέλνει κάποιο αρχείο βίντεο μεγάλης χωρητικότητας πάνω από κάποιο δίκτυο η εξυπηρετητή, τότε αυτά θα χρησιμοποιήσουν ένα μεγάλο μέρος του εύρους ζώνης για αυτή την εφαρμογή, με αποτέλεσμα να μην διατίθεται στο τέλος αρκετό εύρος ζώνης για άλλες εφαρμογές όπως φωνή. Αν αργότερα κάποιος σηκώσει το τηλέφωνό του για μία κλήση, η κλήση αυτή θα μεταδοθεί και αυτή στην ίδια δικτυακή ροή στην οποία μεταδόθηκε το αρχείο βίντεο.

Προτεραιότητες κίνησης αρχείων φωνής

Σε αυτό το σημείο το Qos βοηθάει την κατάσταση. Σε ένα δίκτυο χωρίς διαχειριστή, η κίνηση βίντεο και η κίνηση φωνής θα συγκρουστούν μεταξύ τους για το ποια θα καταναλώσει το διαθέσιμο bandwidth. Αυτός είναι ο λόγος που η ποιότητα της φωνής άλλες φορές θα είναι ποιοτική και άλλες όχι, για να λυθεί το πρόβλημα της συμφόρησης, εγκαθιστούμε μεταγωγούς και δρομολογητές με δυνατότητες Qos.

Τώρα η VoIP πλατφόρμα μπορεί να πει στο δίκτυο ότι προσπαθεί να μεταδώσει αρχεία φωνής υψηλής προτεραιότητας, πρωτόκολλα όπως το RSVP είναι απαραίτητα για την δουλειά αυτή. Αν αναγνωρίζεται από το δίκτυο τότε η κίνηση φωνής θα μεταδοθεί πρώτη. Αυτό μπορεί να καθυστερήσει την μετάδοση των άλλων δεδομένων αλλά τουλάχιστον η συνολική ποιότητα της κλήσης θα είναι ικανοποιητική, η φωνή θα ακούγεται πεντακάθαρα και όλα τα δεδομένα θα μπορέσουν να μεταδοθούν.

Δεν ισχύει όμως το ίδιο για το διαδίκτυο όσον αφορά το Qos, ο λόγος γιατί τα δεδομένα του δικτύου μπορεί να έχουν υψηλότερη προτεραιότητα με αποτέλεσμα οι πληροφορίες που σχετίζονται με Qos να μην προλάβουν να φτάσουν στους μεταγωγούς και στους δρομολογητές που σημαίνει πως ιδιαίτερη σημασία θα πρέπει να δοθεί στον τρόπο σχεδιασμού του δικτύου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Πρωτόκολλο SIP (Session initiation protocol)

Ο ανταγωνισμός ανέκαθεν υπήρξε μέρος των δικτυακών πρωτοκόλλων από την μεριά των κατασκευαστών. Το Voice over IP δεν διαφέρει και πολύ. Σήμερα αρκετοί επαγγελματίες συμφωνούν πως το καταλληλότερο πρωτόκολλο για μελλοντική χρήση είναι το SIP λόγω της απλότητας του.

Το SIP είναι ένα πρωτόκολλο σηματοδότησης το οποίο αυτή τη στιγμή υποστηρίζεται σχεδόν απ' όλους κατασκευαστές VoIP συσκευών και φορείς VoIP υπηρεσιών, Σχεδιασμένο από την IETF με τον τρόπο υλοποίησης του να περιγράφεται στο RFC3261. Παρ' όλο που ακόμα υπάρχουν συστήματα που βασίζονται στα πρωτόκολλα H.323, οι καινούργιες υποδομές φαίνεται να στρέφονται προς το SIP.

Όπως και με τα περισσότερα πρωτόκολλα σηματοδοσίας, το SIP δουλεύει παράλληλα με το RTP(real-time transfer protocol) προκειμένου να μεταφέρει πακέτα φωνής ανάμεσα στην πηγή και τον προορισμό σε πραγματικό χρόνο. Το SIP διαθέτει επίσης μια ασφαλή έκδοση που αναλαμβάνει την ανάπτυξη κορμών ανάμεσα στα συστήματα.

Περιγραφή πρωτοκόλλου

Η καθοριστική έκδοση του SIP υλοποιήθηκε το 2002 στα πλαίσια της οικογένειας συστάσεων RFC, συγκεκριμένα το RFC 3261 της IETF(internet engineering task force) στο οποίο σημειώμα περιγράφεται η δεύτερη έκδοση της υλοποίησης του. Το SIP είναι πρωτόκολλο σηματοδοσίας, λειτουργεί στο επίπεδο εφαρμογών με σκοπό τη δημιουργία συνόδων χρηστών για μετάδοση πολυμέσων όπως φωνή, βίντεο, chat, online games κτλ. Οι σύνοδοι αυτοί είναι είτε unicast η multicast και μπορούν να λειτουργήσουν με η χωρίς τον call server η κάποιο gateway.

Σύνοδο ονομάζουμε την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ χρηστών, το SIP υποστηρίζει υπηρεσίες ονομασίας και ανακατεύθυνσης, τα χαρακτηριστικά αυτά επιτρέπουν στους χρήστες να έρθουν σε επικοινωνία και να μεταδώσουν από διαφορετικές τοποθεσίες.

Αφού υποστηρίζει όμοια χαρακτηριστικά και codecs, το SIP μερικές φορές αναπτύσσεται παράλληλα με το H.323 για να προσφέρουν καινούργιες εφαρμογές και χαρακτηριστικά. Το SIP είναι πιο εύκολο στην χρήση και στην ανάγνωση σε σύγκριση με άλλα πρωτόκολλα σηματοδοσίας και αυτό οφείλεται στην σύνταξη των μηνυμάτων σηματοδοσίας που είναι όμοια με το HTTP, καθιστώντας εύκολη την ανάγνωσή του αυξάνοντας όμως την χωρητικότητα των μηνυμάτων τους. Επίσης το H.323 κάνει κάποιες λειτουργίες που το SIP δεν μπορεί, αυτό γιατί το SIP σχεδιάστηκε με σκοπό τη δημιουργία και τον έλεγχο συνόδων πολυμέσων, στις επιπλέον λειτουργίες συμπεριλαμβάνονται η εύρεση τοποθεσίας του χρήστη και η ανταλλαγή δυνατοτήτων ανάμεσα σε δύο χρήστες και πληροφορίες διαχείρισης συνόδου. Σε αντίθεση με το SIP, το H.323 είναι αρκετά πολύπλοκο και συχνά προσπαθεί να παρέχει πληροφορίες που μπορεί να μην χρησιμοποιηθούν.

Αφού λοιπόν το SIP δεν μπορεί να ασχοληθεί με όλα, τις εκτελέσεις που αφορούν τις παραμέτρους της σύνδεσης πολυμέσων και πληροφορίες για το τι είδους πακέτα

μεταφέρονται κατά τη σύνοδο τις αναλαμβάνει το πρωτόκολλο SDP (session description protocol), ενώ το RTP ασχολείται με την απευθείας μετάδοση πολυμέσων ανάμεσα σε δύο τερματικά.

Όπως και με τα άλλα πρωτόκολλα VoIP το SIP σχεδιάστηκε με σκοπό τη διεύθυνση των λειτουργιών σηματοδότησης και διαχείρισης συνόδου εντός δικτύου πακέτων τηλεφωνίας. Η σηματοδότηση επιτρέπει στις πληροφορίες κλήσεων να μεταδοθούν μέσα στο δίκτυο. Η διαχείριση συνόδου έχει την ικανότητα ελέγχου ιδιωτών μιας κλήσης από άκρο σε άκρο.

Το πρωτόκολλο SIP παρέχει τις εξής δυνατότητες:

- Καθορισμό της τοποθεσίας του στοχευόμενου endpoint, το SIP υποστηρίζει ανάλυση διεύθυνσης, καθορισμό ονόματος και ανακατεύθυνση κλήσης.
- Καθορισμό δυνατοτήτων μέσου του στοχευόμενου endpoint με τη βοήθεια του πρωτόκολλου SDP(Session description protocol). Το SIP αποφασίζει ποιες κοινές υπηρεσίες ανάμεσα στα endpoints είναι χαμηλού επιπέδου. Οι συνδιαλέξεις αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας μόνο τα κοινά μέσα που υποστηρίζουν όλα τα endpoints πχ: μπορεί τα δύο codecs να είναι ίδιου μοντέλου.
- Καθορισμό της διαθεσιμότητας συσκευής τελικού σημείου σε περίπτωση που κάποια κλήση δεν μπορεί να ολοκληρωθεί επειδή η συσκευή δεν είναι διαθέσιμη. Το SIP καταγράφει αν η ομάδα που κάλεσε μιλάει ακόμα η αν δεν απάντησε μέσα στο όριο αριθμών κωδωνισμών. Μέτα στέλνει μήνυμα που αναφέρει τον λόγο μη διαθεσιμότητας.
- Ανάπτυξη μίας συνόδου ανάμεσα στην πηγή και προορισμό των τηλεφώνων. Αν η κλήση ολοκληρωθεί, το SIP αναπτύσσει μία σύνοδο μεταξύ των συσκευών. Υποστηρίζει επίσης την δυνατότητα αλλαγών κατά τη διάρκεια της κλήσης όπως για παράδειγμα την προσθήκη άλλης τηλεφωνικής συσκευής στη συνδιάσκεψη, η την αλλαγή των χαρακτηριστικών των πολυμέσων.
- Διαχείριση μετάδοσης και τερματισμού κλήσεων. Το πρωτόκολλο SIP υποστηρίζει τη μετάδοση κλήσεων από το ένα σημείο στο άλλο, όταν η μετάδοση λαμβάνει μέρος το SIP αναπτύσσει μία σύνοδο ανάμεσα στον πομπό και το καινούριο endpoint και μετά τερματίζει τη σύνοδο ανάμεσα στον πομπό και την ομάδα μεταφοράς. Στο τέλος της κλήσης, το SIP τερματίζει τις συνόδους ανάμεσα στα μέλη.
- Οι συνδιαλέξεις μπορούν να συμπεριλάβουν πάνω από δύο χρήστες και μπορούν να αναπτυχθούν με τη βοήθεια multicast και πολλαπλών unicast συνόδων.

Μέλη τα οποία συνθέτουν το SIP

Το SIP είναι πρωτόκολλο σημείο-σε-σημείο και το μοντέλο που ακολουθεί είναι κατά βάση πελάτη εξυπηρετητή. Τα τερματικά σημεία μίας τέτοιας συνόδου ονομάζονται user agents και αναλαμβάνουν τους ακόλουθους ρόλους:

Λογισμικό User Agent:

Εισάγει η απαντά στις SIP συναλλαγές. Ο user agent μπορεί να είναι πελάτης (User agent client) η εξυπηρετητής (user agent server) και ο ρόλος του παραμένει σταθερός. Με αυτό τον τρόπο συντηρεί τη σύνοδο.

User Agent Client

Εισάγει αιτήματα και αποδέχεται απαντήσεις. Αυτό συμβαίνει τυπικά από ένα τηλέφωνο SIP όταν ξεκινά την κλήση.

User Agent Server

Μία εφαρμογή εξυπηρετητή η οποία έρχεται σε επαφή με το χρήστη όταν ένα αίτημα SIP ληφθεί, στη συνέχεια στέλνει απάντηση εκ' μέρους του χρήστη. Οι τοποθεσίες του user agent client και user agent server εξαρτώνται από τις λειτουργίες συγκεκριμένων κόμβων. Δηλαδή κάποιος κόμβος μπορεί και να δέχεται αιτήματα από άλλους και να εισάγει τα δικά του. Μια τέτοια είδους ρύθμιση μπορεί να αλλάξει αν προστεθούν και άλλοι κομβοί.

Από αρχιτεκτονικής πλευράς, τα φυσικά εξαρτήματα ενός SIP δικτύου ομαδοποιούνται σε δύο κατηγορίες: πελάτες και εξυπηρετητές.

Πελάτες SIP

Σε αυτή την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται οι εξής συσκευές:

- **Τηλέφωνα:** Λειτουργούν ως UAC και UAS. Softphones και SIP τηλέφωνα IP της Cisco και άλλων εταιριών: μπορούν να στέλνουν αιτήματα και να τα δέχονται απαντήσεις.
- **Πύλες:** Παρέχουν έλεγχο κλήσεων και άλλες υπηρεσίες με την πιο γνωστή τη λειτουργία μετάφρασης μέσα σε μία συνδιάλεξη για παράδειγμα ανάμεσα στο SIP και στο PSTN στα οποία διαφέρουν η άλλους τύπους τερματικών η υπηρεσιών.

Εξυπηρετητές SIP

Σε αυτή την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται οι εξής συσκευές:

- **Proxy server:** Δρομολογεί αιτήματα από τον user agent client προς το user agent server ή σε κάποιο proxy. Αυτό γίνεται για λόγους δρομολόγησης και ελέγχου της συνόδου όμως μπορεί επίσης να προσθέσει αρχές πιστοποίησης. Οι πελάτες στέλνουν αιτήματα στην άλλη γραμμή, όμως όχι απευθείας. Τα αιτήματα φτάνουν πρώτα στον proxy ο οποίος στη συνέχεια τα αποστέλλει στο τηλέφωνο της άλλης πλευράς.
- **Redirect server:** Στέλνει αιτήματα από έναν UAC προς σε μία εναλλακτική σειρά URI, σε περίπτωση που ο πελάτης πληκτρολόγησε λάθος URI ή το URI που αναζητεί έχει μετακινηθεί σε άλλο domain, τότε ο πελάτης θα παραλάβει μια σειρά URI που μοιάζουν με το όνομα που υπέβαλλε ή θα στείλει μήνυμα κατάστασης 302 δηλώνοντας ότι ο χρήστης “μετακόμισε” αντίστοιχα.
- **Registrar server:** UAS εξυπηρετητής που αποδέχεται μηνύματα REGISTER και ενημερώνει την τοποθεσία, τυπικά στους εν λόγω servers τα τεμαχικά σημεία δημιουργούν λογαριασμούς και/η υποβάλλουν το όνομα χρήστη και τον κωδικό τους για να εγγραφούν στην VoIP υπηρεσία του καθ' ενός.

Τύποι μηνυμάτων SIP

Το SIP είναι ένα βασισμένο σε κείμενο πρωτόκολλο και η σύνταξη τους είναι όμοια με το HTTP (Hyper text transfer protocol). Τα μηνύματα τύπου SIP χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: αιτήματα και απαντήσεις. Στην πρώτη γραμμή ενός αιτήματος υπάρχει μια μέθοδος που καθορίζει την φύση του αιτήματος και ένα αίτημα URI το οποίο υποδεικνύει που θα σταλθεί το αίτημα. Η πρώτη γραμμή μίας απάντησης διαθέτει έναν κώδικα απάντησης.

Κατηγορίες SIP αιτημάτων

Για τα SIP αιτήματα το RFC 3261 καθορίζει τις ακόλουθες μεθόδους:

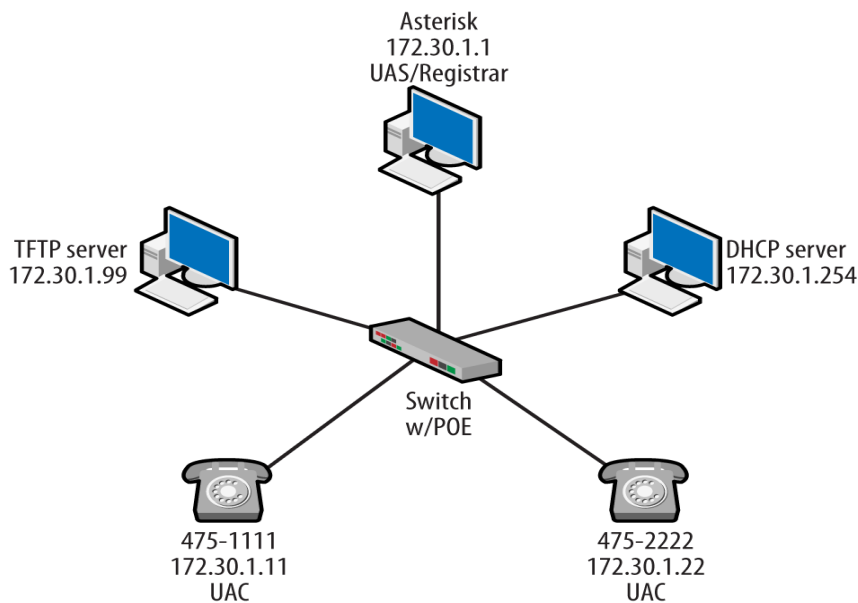
- REGISTER: Χρησιμοποιείται από τους user agents για να εγγραφούν στον registrar.
- INVITE: Εγκαθιδρύει μια σύνοδο ανάμεσα στους user agents.
- ACK: Επιβεβαιώνει την αξιοπιστία ανταλλαγών μηνυμάτων.
- CANCEL: Ακυρώνει το αναμενόμενο αίτημα.
- BYE: Τερματίζει μία υπάρχουσα σύνοδο
- OPTIONS: Ζητά πληροφορίες που αφορούν τις δυνατότητες του επισκέπτη χωρίς να ανοίξει κάποια σύνοδο.
- REFER: Υποδεικνύει ότι ο παραλήπτης θα πρέπει να έρθει σε επαφή σε μια τρίτη ομάδα χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες επαφής που παρέλαβε από το αίτημα.
- PRACK (Provisional response acknowledgement): Βελτιώνει την αξιοπιστία του δικτύου προσθέτοντας ένα σύστημα αναγνώρισης ως απάντηση στις προσωρινές απαντήσεις (1xx).

Κατηγορίες SIP απαντήσεων:

- Provisional (1xx): Το αίτημα παραλήφθηκε και βρίσκεται υπό επεξεργασία.
- Success (2xx): Η δράση λήφθηκε επιτυχώς, κατανοήθηκε και έγινε αποδεκτή.
- Redirection (3xx): Πρέπει να παρθούν επιπλέον μέτρα, συνήθως από τον αποστολέα προκειμένου να ολοκληρωθεί το αίτημα.
- Client Error (4xx): Στο αίτημα περιλαμβάνεται λανθασμένη σύνταξη και ο εξυπηρετητής δεν μπορεί να το εκπληρώσει.
- Server error (5xx): Ο εξυπηρετητής απέτυχε να εκπληρώσει κάποιο αίτημα με σωστή σύνταξη.
- Global Failure (6xx): Το αίτημα δεν μπορεί να το εκπληρώσει κανένας εξυπηρετητής.

Παράδειγμα SIP τοπολογίας

Η παρακάτω τοπολογία είναι εφοδιασμένη με ένα asterisk VoIP PBX, ένα TFTP ένα DHCP server και ένα switch με δυνατότητες παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (Power over Ethernet) που έχει ρυθμισμένες θύρες για την καταγραφή πακέτων.



3.1 Κλειστή τοπολογία με σκοπό την επίδειξη της συμπεριφοράς του SIP ως προς την ροή μηνυμάτων σηματοδότησής του και την ροή των πακέτων φωνής.

Η τοπολογία διαθέτει sip πράκτορες και από τη πλευρά του πελάτη και από τη πλευρά του εξυπηρετητή. Ο λόγος για τον οποίο δεν διαθέτει επιπλέον εξαρτήματα όπως πύλες η DNS είναι γιατί σε αυτό το σημείο έχουμε ένα απομονωμένο τηλεφωνικό σύστημα το οποίο δεν έχει επαφή με τον έξω κόσμο.

Τρόπος διευθυνσιοδότησης

Οι επικοινωνίες μέσα στο SIP ξεκινάνε όταν έρθει σε επαφή με μία IP διεύθυνση ή το όνομα χρήστη προκειμένου ο πελάτης να έρθει σε επικοινωνία ή με κάποιον άλλο χρήστη ή με κάποιον πόρο μέσα στο δίκτυο. Η διευθυνσιοδότηση είναι όμοια με το E-mail και παρουσιάζεται στις παρακάτω μορφές:

sip:user@domain:port

sip:user@host:port

sip:phone number@domain

Παρακάτω θα ρίξουμε μια ματιά σε ένα παράδειγμα SIP διευθυνσιοδότησης. Η πλατφόρμα πάνω στην οποία βασίζεται είναι το URI (uniform resource identifier) και αποκαλείται SIP URI. Η SIP διεύθυνση ή ταυτότητα είναι το SIP URI του χρήστη.

Άλλο παράδειγμα διευθυνσιοδότησης SIP εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα, η πλατφόρμα του μηνύματος που παρουσιάζεται είναι τύπου URI. Σύμφωνα με τις συστάσεις του RFC, η SIP διεύθυνση ή ταυτότητα ονομάζεται SIP URI.

Παράγραφος της σημείωσης RFC3261:

Η Αλίκη καλεί τον Bob χρησιμοποιώντας την SIP ταυτότητα του, ένας τύπος URI που ονομάζεται SIP URI και μοιάζει πολύ με μία διεύθυνση E-mail, η οποία τυπικά περιλαμβάνει το όνομα χρήστη και του παρόχου. Στην περίπτωση αυτή ονομάζεται sip:Bob@Biloxi.com,

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.11 (172.30.1.11), Dst: 172.30.1.1 (172.30.1.1)
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Request-Line: INVITE sip:4752222@172.30.1.1 SIP/2.0
  Message Header
  Message Body
```

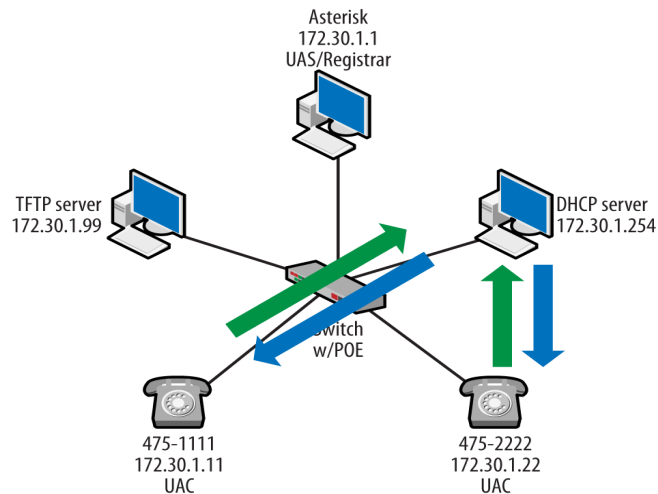
Όπου Biloxi.com αναφέρεται στο domain του SIP πάροχου υπηρεσιών για τον Bob. Το SIP URI της Αλίκης ονομάζεται sip:alice@atlanta.com. Η Αλίκη θα πληκτρολόγησε το URI του Bob ή επέλεξε κάποια υπερσύνδεση. Το SIP προσφέρει επίσης μία ασφαλή εκδοχή του URI που ονομάζεται SIPS URI, πχ: sips:bob@Biloxi.com.

Το URI είναι κοινώς η IP διεύθυνση ή το fully qualified domain name (FQDN) του host το οποίο προτείνεται από την σύσταση RFC.3261. Ο τύπος της διευθυνσιοδότησης εξαρτάται από τις υπηρεσίες και την τοπολογία του δικτύου.

Κάθε URI περιλαμβάνει την SIP address of record (AOR), η οποία θεωρείται ως η δημόσια διεύθυνση του χρήστη. Το AOR δείχνει το domain του χρήστη μέσα στο οποίο κάποια υπηρεσία αντιστοιχίζει το URI με το URI της τοποθεσίας του χρήστη. Με τον τρόπο αυτό οι χρήστες έρχονται σε επαφή μεταξύ τους.

Βασικός τρόπος λειτουργίας του SIP

Όπως και με τις περισσότερες VoIP τοπολογίες, η λειτουργία ενός SIP δικτύου ξεκινάει με μια σειρά συνδιαλέξεων που δεν σχετίζονται με φωνή ή άλλα πολυμέσα. Οι κόμβοι πρώτα θα πρέπει να αποκτήσουν μία IP διεύθυνση από τον DHCP server:



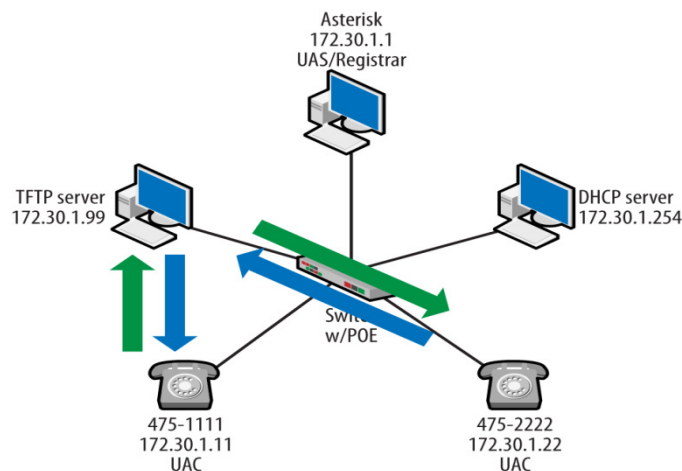
3.2 Οι δύο συσκευές IP τηλεφώνων συνδέονται στο δίκτυο αυτό για πρώτη φορά και δια μέσου του DHCP server το κάθε τηλέφωνο αποκτά μία IPv4 διεύθυνση με δυναμικό τρόπο.

Και οι δύο UAC χρειάζονται IP διευθύνσεις. Αν εντοπίσουμε και φιλτράρουμε τις καταγραφές πακέτων για την διαδικασία bootp για κάθε κόμβο τότε μπορούμε να παρακολουθήσουμε τη συνδιάλεξη που έλαβε μέρος κατά τη διάρκεια της εν λόγω διαδικασίας όλες οι καταγραφές έγιναν με τη βοήθεια της εφαρμογής wireshark .

No.	Source	Destination	Protocol	Info
21	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	DHCP Discover - Transaction ID 0xc6e01d47
24	172.30.1.254	172.30.1.11	DHCP	DHCP Offer - Transaction ID 0xc6e01d47
27	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	DHCP Request - Transaction ID 0xc6e01d47
28	172.30.1.254	172.30.1.11	DHCP	DHCP ACK - Transaction ID 0xc6e01d47
No.	Source	Destination	Protocol	Info
22	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	DHCP Discover - Transaction ID 0xc6de1019
26	172.30.1.254	172.30.1.22	DHCP	DHCP Offer - Transaction ID 0xc6de1019
29	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	DHCP Request - Transaction ID 0xc6de1019
30	172.30.1.254	172.30.1.22	DHCP	DHCP ACK - Transaction ID 0xc6de1019

3.3 Το bootp(bootstrap protocol) είναι παρακλάδι του DHCP για τον λόγο αυτό εμφανίζονται οι συνδιαλέξεις ανάμεσα στα τερματικά της τοπολογίας 3.2 όταν επιλέγουμε να φιλτράρουμε με bootp.

Τα τηλέφωνα VoIP που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη τοπολογία μπορούν να χρησιμοποιήσουν διάφορα πρωτόκολλα σηματοδότησης. Όταν πραγματοποιούμε εναλλαγή μεταξύ πρωτοκόλλων η σιγουρευόμαστε ότι χρησιμοποιείται η τελευταία ρύθμιση, τότε τα τηλέφωνα έρχονται σε επαφή με τον TFTP server:



3.4 Μέσω του tftp server τα IP τηλέφωνα μπαίνουν στη σελίδα υποστήριξης της ανάλογης κατασκευαστικής εταιρίας τους και από εδώ κατεβάζουν αρχεία για να ενημερωθεί το firmware τους, έπειτα από το κατέβασμα και την εγκατάσταση τους τότε τα τηλέφωνα πρέπει να επανεκκινηθούν.

Αφού αποκτήσει το τερματικό την IP διεύθυνση του, προκειμένου να ενημερωθεί το λογισμικό του τηλεφώνου και για την ρύθμιση διάφορων παραμέτρων και την προσαρμογή του στην καινούρια τοπολογία έρχεται σε επαφή με τον TFTP server.

Η τελευταία αναγκαία συνδιάλεξη που πρέπει να λάβει μέρος πριν κάποιο τηλέφωνο πραγματοποιήσει κάποια κλήση, είναι η εγγραφή με τον Call Server. Αυτό συμβαίνει μέσω του πρώτου μας SIP μηνύματος που αφορά την εγγραφή. Το μήνυμα αυτό είναι προϊόν μιας συναλλαγής με το PBX όπως φαίνεται παρακάτω:

110	GiantEle_05:cb:11 Broadcast	ARP	who has 172.30.1.1? Tell 172.30.1.11
111	AsustekC_d6:05:9b GiantEle_05:cb:11	ARP	172.30.1.1 is at 00:11:d8:d6:05:9b
112	172.30.1.11	172.30.1.1	SIP Request: REGISTER sip:172.30.1.1
113	172.30.1.1	172.30.1.11	SIP Request: OPTIONS sip:4751111@172.30.1.11:5060
114	172.30.1.1	172.30.1.11	SIP Status: 200 OK (1 bindings)
115	172.30.1.11	172.30.1.1	SIP Status: 200 OK

3.5 Πακέτα αποστολής SIP register από τον χρήστη και Options από τον call server, με τα οι δύο πλευρές έστειλαν κώδικα κατάστασης 200 δηλώνοντας την επιτυχία της επεξεργασίας και αποστολής των παραπάνω αιτημάτων.

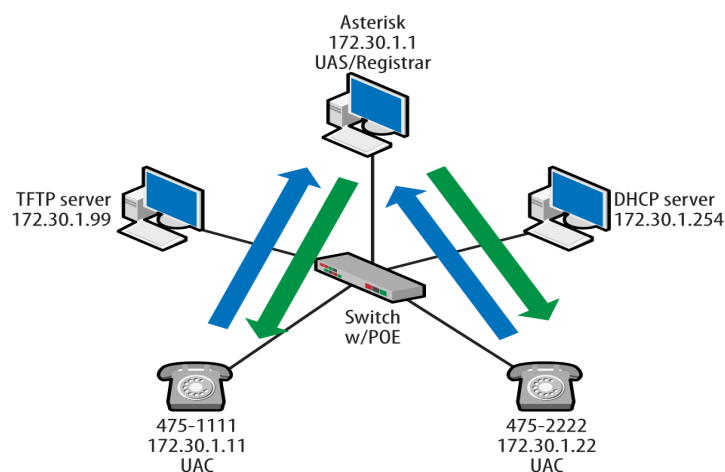
Όταν τηλέφωνο αποκτήσει τη διεύθυνση του call server στέλνει μήνυμα SIP REGISTER για παράδειγμα:

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.11 (172.30.1.11), Dst: 172.30.1.1 (172.30.1.1)
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Request-Line: REGISTER sip:172.30.1.1 SIP/2.0
    Method: REGISTER
    Request-URI: sip:172.30.1.1
      [Resent Packet: False]
  Message Header
    Via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.11:5060;branch=z9hG4bK31e7e1cfa
      Max-Forwards: 70
      Content-Length: 0
    To: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1>
    From: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=afec0e2ffae8169
      Call-ID: dd5d67821535446081b1eece5c33e606@172.30.1.11
    CSeq: 87753542 REGISTER
    Contact: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.11:5060>;expires=3600
      Allow: NOTIFY
      Allow: REFER
      Allow: OPTIONS
      Allow: INVITE
      Allow: ACK
      Allow: CANCEL
      Allow: BYE
    User-Agent: Avaya SIP R2.2 Endpoint Brcm Callctr1/1.5.1.0 MxSF/v3.2.6.26
```

3.6 περιεχόμενα SIP REGISTER αιτήματος

Τα περιεχόμενα του πακέτου της εικόνας 3.6 δείχνει ότι το sip χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο UDP και την θύρα 5060. Στην περίπτωση αυτή, το UDP είναι το επίπεδο μεταφοράς επιπέδου 4 για το SIP. Σε Άλλες τοπολογίες όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί το TCP στην περίπτωση αυτή το UDP είναι κατάλληλο γιατί το εικονιζόμενο δίκτυο δεν έχει επαφή με τον έξω κόσμο και σε αντίθεση με το TCP που κάθε φορά που χάνεται κάποιο πακέτο περιμένουμε να επαναμεταδοθεί, το UDP τα στέλνει απευθείας χωρίς πολλές καθυστερήσεις καθιστώντας το UDP καταλληλότερο για μικρές και κλειστές τοπολογίες. Το μήνυμα επίσης περιλαμβάνει την IP διεύθυνση και το URI που θα χρησιμοποιηθεί όταν έρθει σε επαφή με τον κόμβο.

Σύμφωνα με το παραπάνω, μπορούμε να δούμε ότι η επικοινωνία που λαμβάνει μέρος τώρα είναι μεταξύ του τηλεφώνου και του call server, από αυτό το σημείο και έπειτα αυτό θα ισχύει για μεγάλο μέρος των μηνυμάτων, η τοπολογία θα βρίσκεται σε αυτή τη μορφή.



3.7 Αποστολή μηνυμάτων REGISTER από τη πλευρά των τερματικών και στη συνέχεια ο registrar απαντά με μήνυμα κατάστασης 200 δηλώνοντας με τον τρόπο αυτό την επιτυχία της αποστολής.

Δομή μηνυμάτων SIP

Ο λόγος που το πρωτόκολλο SIP περιγράφεται σε ένα τόσο εκτενές RFC είναι ο μεγάλος αριθμός τύπων μηνυμάτων του. Το RFC επίσης χρησιμοποιεί την ορολογία METHOD. Μια μέθοδος είναι μία λειτουργία και αυτού του είδους λειτουργίες είναι τοποθετημένες όλες μαζί σε έναν τύπο μηνύματος. Οι κόμβοι SIP διαθέτουν κανόνες για κάθε μέθοδο με ορισμένους κανόνες να είναι κοινότυποι. Δηλαδή, όλα τα αιτήματα SIP πρέπει να περιλαμβάνουν τα πεδία for, To, CSeq, Call-ID, Max-Forwards και Via. Η γενική πλατφόρμα μηνυμάτων SIP αποτελείται από μία γραμμή αρχής, κεφαλίδες μηνυμάτων και τέλος μία κενή γραμμή η οποία είναι τερματισμένη με επιστροφή φορτίων και ένα σύνολο γραμμών.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.11 (172.30.1.11), Dst: 172.30.1.1
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
Request-Line: REGISTER sip:172.30.1.1 SIP/2.0
Message Header
..Allow: BYE..US
er-Agent : Avaya
SIP R2.2 Endpoin
t Brcm C allctrl/
1.5.1.0 MxSF/v3.
2.6.2...
```

3.8 Τα δύο βέλη υποδηλώνουν την γραμμή αρχής και τις κεφαλίδες μηνυμάτων στην προκειμένη περίπτωση έχουμε γραμμή αιτήματος στην γραμμή αρχής αλλά ολόκληρο το μήνυμα είναι αίτημα τύπου REGISTER. Ο πρώτος κύκλος υποδεικνύει τις δεκαεξαδικές μεταβλητές του (0d 0a), ενώ ο δεύτερος δείχνει την επιρροή τους.

Αιτήματα

Ένα μήνυμα τύπου SIP αποτελείται από την αρχική γραμμή η οποία στην περίπτωση αυτή είναι η γραμμή αιτήματος η οποία διαθέτει την SIP URI και τερματίζει με τους χαρακτήρες CR(Carriage return) και LF(Line Feed).

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.11 (172.30.1.11), Dst: 172.30.1.1
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
Request-Line: REGISTER sip:172.30.1.1 SIP/2.0
Message Header
..... n.....E.
.<._..@. ....
..... ( _REGIST
ER sip:172.30.1.
1 SIP/2.0..V a:
SIP/2.0/0b1 172.
30.1.11: 5060;bra
nch=z9hg 4bk31e7e
1..f.. ..f.....
```

3.9 Στην κάτω πλευρά του Register μηνύματος απεικονίζεται στον υπολογιστή υπολογιστή ως προς την ανάγνωση του μηνύματος, Βλέπουμε πως η μορφοποίηση είναι δεκαεξαδική και κάθε γράμμα αντιστοιχεί σε ένα ζευγάρι αριθμών/χαρακτήρων, πχ R=5 2, οι αριθμοί και οι χαρακτήρες είναι: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f.

Τα αιτήματα και οι απαντήσεις SIP πρέπει οπωσδήποτε να συμπεριλάβουν τα παρακάτω πεδία κεφαλίδας: To, CSeq, Call-ID, Max-Forwards και Via. Τα πεδία αυτά περιέχουν

απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν την δρομολόγηση, και τα ονόματα των συσκευών που συμμετέχουν στην μετάδοση.

Απαντήσεις

Οι απαντήσεις τύπου SIP όπως αυτές που εμφανίζονται στην παρακάτω εικόνα διαθέτουν μία γραμμή κατάστασης στην αρχή και έναν κώδικα κατάστασης για την συναλλαγή. Στην περίπτωση αυτή, ο εξυπηρετητής 172.30.1.1 επιστρέφει έναν κώδικα κατάστασης με μεταβλητή 200 προς το VoIP τηλέφωνο, υποδεικνύοντας την επιτυχία της αποστολής.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.1 (172.30.1.1), Dst: 172.30.1.11 (172.30.1.11)
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Status-Line: SIP/2.0 200 OK
  Message Header
    Via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.11:5060;branch=z9hg4bk31e7e1cfa;received=172.30.1.11
    From: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=afec0e2ffae8169
    To: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=as10e6b586
    Call-ID: dd5d67821535446081b1eece5c33e606@172.30.1.11
    CSeq: 87753542 REGISTER
    Server: FPBX-2.10.0rc1(1.8.11)
    Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH
    Supported: replaces, timer
    Expires: 3600
    Contact: <sip:4751111@172.30.1.11:5060>;expires=3600
    Date: Wed, 15 Aug 2012 16:10:31 GMT
    Content-Length: 0
```

3.10 τυπικό μήνυμα κατάστασης 200 που συναντάμε και στο HTTP

Τα πακέτα απάντησης κάνουν συγκεκριμένη χρήση των χαρακτήρων CR LF, και τα μηνύματα και οι απαντήσεις περιλαμβάνουν την έκδοση του SIP στην αρχική γραμμή. Οι γραμμές κεφαλίδας ξεκινούν με το όνομα του πεδίου που ακολουθείται με άνω και κάτω τελεία και μετά δίπλα αναγράφονται οι μεταβλητές. Για παράδειγμα στην προηγούμενη εικόνα, το πρώτο πεδίο ξεκινά με `via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.11:5060`.

Περισσότερες πληροφορίες για τα πεδία κεφαλίδας

Σύμφωνα με την προηγούμενη παράγραφο που περιέγραφε τα αιτήματα SIP, ορισμένα πεδία που ανήκουν στο επόμενο τμήμα του πακέτου τα οποία είναι απαραίτητα. Επειδή η συμπεριφορά των πεδίων αλλάζει ανάλογα με την περίπτωση, στην επόμενη παράγραφο θα υπάρξει μια πιο γενική περιγραφή για τα πεδία κεφαλίδας.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.11 (172.30.1.11), Dst: 172.30.1.1 (172.30.1.1)
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Request-Line: REGISTER sip:172.30.1.1 SIP/2.0
  Message Header
    Via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.11:5060;branch=z9hg4bk31e7e1cfa
    Max-Forwards: 70
    Content-Length: 0
    To: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1>
    From: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=afec0e2ffae8169
    Call-ID: dd5d67821535446081b1eece5c33e606@172.30.1.11
    CSeq: 87753542 REGISTER
  Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.1 (172.30.1.1), Dst: 172.30.1.11 (172.30.1.11)
  User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
  Session Initiation Protocol
    Status-Line: SIP/2.0 200 OK
    Message Header
      Via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.11:5060;branch=z9hg4bk31e7e1cfa;received=172.30.1.11
      From: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=afec0e2ffae8169
      To: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=as10e6b586
      Call-ID: dd5d67821535446081b1eece5c33e606@172.30.1.11
      CSeq: 87753542 REGISTER
```

3.11 Τα εικονιζόμενα πακέτα REGISTER και Status 200 διαθέτουν ειδικές κεφαλίδες που περιγράφουν πληροφορίες που αφορούν την μετάδοση των μηνυμάτων και άλλες λειτουργίες.

From

Αναφέρει την ταυτότητα του αποστολέα του αιτήματος με γραμματοσειρά URI. Τα τηλέφωνα γνωρίζουν την διεύθυνση IP του εξυπηρετητή κλήσεων, και με αυτό τον τρόπο θα έρθουν σε επαφή. Επίσης ο χρήστης συνδέεται στο τηλέφωνο χρησιμοποιώντας κάποιο όνομα χρήστη ή κάποιον αριθμό τηλεφώνου.

Οι ετικέτες χρησιμοποιούνται για να δείξουν ένα διάλογο. Οι ετικέτες from που είναι υπεύθυνες για το αίτημα εγγραφής (πακέτο 112) και την απάντηση (πακέτο 114) διαθέτουν την μεταβλητές τύπου afec0e2ffae8169 και τα Call-ID. Η απάντηση στο πακέτο 114 παρέχει το δεύτερο μισό των ετικετών. Η κάθε ετικέτα σχεδιάστηκε ώστε η καθεμία να είναι ξεχωριστή, τυχαία με χωρητικότητα 32bit και μίας χρήσης.

Το Call-ID είναι μια μεταβλητή η οποία ομαδοποιεί όλα τα μηνύματα ενός διαλόγου μαζί. Στο έντυπο RFC 3261 αναφέρεται ότι όλα τα αιτήματα και οι απαντήσεις σε ένα διάλογο πρέπει να έχουν την ίδια μεταβλητή.

To

Δείχνει τον παραλήπτη του αιτήματος, και αυτό είναι τύπου URI. Δεν είναι απαραίτητο να δείχνει το όνομα ή το URI του παραλήπτη. Σχετίζεται επίσης με το display name.

Via

Το πεδίο αυτό λέει στους κόμβους που συμμετέχουν στην συνδιάσκεψη που να αποστείλουν ένα πακέτο SIP. Διαθέτει μία σειρά κανονισμών, αρχίζοντας με την απαίτηση να ξεκινήσει με SIP/2.0 και έπειτα με τις λεπτομέρειες επικοινωνίας. Σύμφωνα με το RFC, η παράμετρος branch πρέπει να είναι ξεχωριστή μέσα στον χρόνο και το διάστημα εκτός των περιπτώσεων απαντήσεων ACK, CANCEL και απαντήσεις άσχετες με τις μεταβλητές τύπου 2xx. Επίσης η παράμετρος branch πρέπει να ξεκινήσει με z9hG4bk ως μαγικό cookie εφτά χαρακτήρων για να είναι σίγουρο ότι οι παλιότερες υλοποιήσεις που αναγράφονται στο σημείωμα RFC 2543 δεν θα χρησιμοποιήσουν τις μεταβλητές αυτές. Αυτό υποδεικνύει ότι το RFC 3261 χρησιμοποιήθηκε ως οδηγός για την μετάδοση.

CSeq

Το πεδίο αυτό παρέχει μία μεταβλητή με σκοπό την αναγνώριση των συναλλαγών και την κατεύθυνση τους. Σύμφωνα με την προηγούμενη εικόνα οι αριθμοί CSeq είναι ίδιοι. Το επόμενο πακέτο 113 ανήκει σε διαφορετική συναλλαγή, με αποτέλεσμα την αλλαγή των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται για το πακέτο αυτό.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.1 (172.30.1.1), Dst: 172.30.1.11 (172.30.1.11)
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Request-Line: OPTIONS sip:4751111@172.30.1.11:5060 SIP/2.0
  Message Header
    Via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.1:5060;branch=z9hG4bk74fc46f8
      Max-Forwards: 70
    From: "Unknown" <sip:Unknown@172.30.1.1>;tag=as0c7400a4
    To: <sip:4751111@172.30.1.11:5060>
    Contact: <sip:Unknown@172.30.1.1:5060>
      Call-ID: 6769ae784bf461948c8c8a0733eca09@172.30.1.1:5060
    CSeq: 102 OPTIONS
      Sequence Number: 102
      Method: OPTIONS
    User-Agent: FPBX-2.10.0rc1(1.8.11)
    Date: Wed, 15 Aug 2012 16:10:31 GMT
    Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH
    Supported: replaces, timer
    Content-Length: 0
```

3.12 Μήνυμα OPTIONS από τον εξυπηρετητή κλήσεων προς το τηλέφωνο VoIP

Το CSeq όχι μόνο συμπεριλαμβάνει τον αριθμό διαδοχής 32 bit αλλά και την μέθοδο OPTIONS.

Max-Forwards

Η μεταβλητή αυτή περιορίζει τον αριθμό των hops που το μήνυμα προσπελαίνει μέχρι τον προορισμό του. Αν τα πεδία μηδενιστούν, τότε το μήνυμα δεν θα παραδοθεί, και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί κωδικός λάθους τύπου 483. Το πεδίο αυτό χρησιμοποιείται από αιτήματα και η μεταβλητή προτείνεται να τεθεί στο 70 hops.

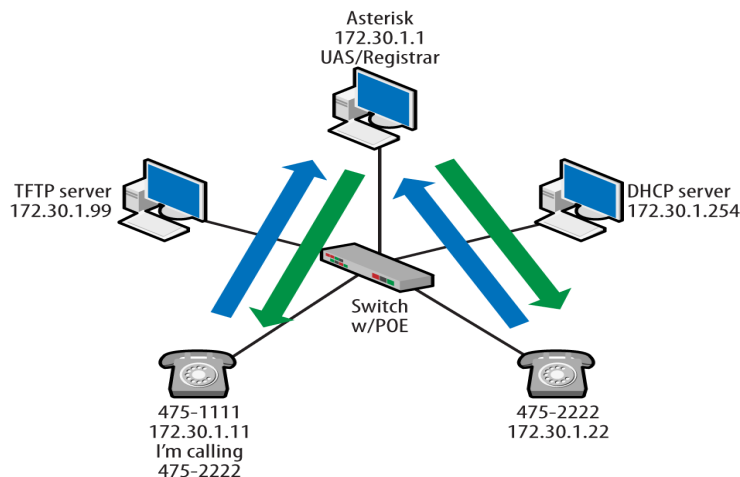
Contact

Το πεδίο αυτό επιβάλλεται να είναι παρόν στο αίτημα. Υποτίθεται ότι διατηρεί μία μόνο αντιστοίχιση URI με την φόρμα που χρησιμοποιήθηκε από την κεφαλίδα νωρίτερα. Εξετάζοντας την κεφαλίδα της προηγούμενης εικόνας, φαίνεται ότι υπάρχει συνέπεια μεταξύ των πεδίων από πλευράς URI δόμησης. Επειδή κανένας χρήστης δεν συνδέεται σε αυτόν τον αριθμό τηλεφώνου το όνομα χρήστη ονομάζεται unknown, δεν ισχύει όμως το ίδιο με το με την IP διεύθυνση του.

Allow

Λίστα μεθόδων που υποστηρίζονται από τον user agent για την παραγωγή μηνυμάτων. Τις λειτουργίες μεθόδων τις αναλαμβάνουν είτε ο UAS η ο UAC. Κανονικά για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιείται το μήνυμα OPTIONS. Από πλευράς λειτουργίας, τα μηνύματα SIP μπορούν να συμπεριλάβουν τα πεδία Allow με σκοπό την μείωση των συνολικών απαιτούμενων μηνυμάτων.

Σε αυτό το σημείο, τα VoIP τηλέφωνα έχουν τροφοδοτηθεί, έρθει σε επαφή με το DHCP server, συνδεθεί με το TFTP server και έχουν εγγραφεί στον call server. Τώρα θα αναλύσουμε τις συναλλαγές που λαμβάνουν μέρος όταν πραγματοποιείται κάποια κλήση μεταξύ δυο SIP endpoints.



3.13 Εκκίνηση κλήσης με την αποστολή INVITE μηνύματος, παρατηρούμε ότι όταν στην συνδιάσκεψη συμμετέχει ένας προxy τότε για λόγους ασφαλείας το μήνυμα σηματοδοσίας πριν φτάσει στον προορισμό του πρώτα θα προσπελάσει τον προxy ο οποίος στη συνέχεια θα στείλει το αίτημα στο άλλο άκρο, και αφού όλα πήγαν καλά με την επεξεργασία και κατανόηση του μηνύματος τότε ο προxy στέλνει status code 100

Το τηλέφωνο με την IP διεύθυνση 172.30.1.11 και τον αριθμό 475-1111 καλεί τον αριθμό 475-2222 που ανήκει στο τηλέφωνο με την διεύθυνση IP 172.30.1.22. Τα μηνύματα εισέρχονται και εξέρχονται από τον call server.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.11 (172.30.1.11), Dst: 172.30.1.1 (172.30.1.1)
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Request-Line: INVITE sip:4752222@172.30.1.1 SIP/2.0
  Message Header
    Via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.11:5060;branch=z9hg4bk085494974
    Max-Forwards: 70
    Content-Length: 261
    To: 4752222 <sip:4752222@172.30.1.1>
    From: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=980906697d6b2c9
    Call-ID: c3d97bbb99745cbab4252e993de4f49c@172.30.1.11
    CSeq: 1324510262 INVITE
    Supported: timer
    Allow: NOTIFY
    Allow: REFER
    Allow: OPTIONS
    Allow: INVITE
    Allow: ACK
    Allow: CANCEL
    Allow: BYE
    Content-Type: application/sdp
    Contact: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.11:5060>
    Supported: replaces
    User-Agent: Avaya SIP R2.2 Endpoint Brcm Callctrl/1.5.1.0 MxSF/v3.2.6.26
  Message Body
```

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.1 (172.30.1.1), Dst: 172.30.1.22 (172.30.1.22)
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Request-Line: INVITE sip:4752222@172.30.1.22:5060 SIP/2.0
  Message Header
    Via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.1:5060;branch=z9hg4bk6d33b699
    Max-Forwards: 70
    From: "Bruce" <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=as4c880664
    To: <sip:4752222@172.30.1.22:5060>
    Contact: <sip:4751111@172.30.1.1:5060>
    Call-ID: 4f7228bf4152517309c907195fcf9536@172.30.1.1:5060
    CSeq: 102 INVITE
    User-Agent: FPBX-2.10.0rc1(1.8.11)
    Date: Wed, 15 Aug 2012 16:15:04 GMT
    Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH
    Supported: replaces, timer
    Content-Type: application/sdp
    Content-Length: 261
  Message Body
```

3.14 Μήνυμα INVITE στο οποίο είναι ενσωματωμένο το SDP

Καθώς εξετάζουμε αυτά τα μηνύματα μπορούμε να δούμε τα πακέτα που εισέρχονται και εξέρχονται στον call server. Το κυκλωμένο Content-type μας δείχνει ότι το SDP είναι ενθυλακωμένο μέσα στο σώμα του μηνύματος. SDP ονομάζουμε το πρωτόκολλο περιγραφής συνόδου (session description protocol).

SDP (session description protocol)

Το SDP είναι σύσταση του RFC4566 το οποίο είναι ανώτερο από το RFC3266. Ο σκοπός του πρωτοκόλλου αυτού είναι να παρέχει ένα πρωτόκολλο γενικού σκοπού το οποίο περιγράφει το περιεχόμενο πολυμέσων που πρόκειται να μεταφερθούν. Το SDP περιγράφει συνόδους πολυμέσων με σκοπό την ανακοίνωση συνόδων, πρόσκληση συνόδων και άλλες μορφές ενεργοποίησης συνόδων πολυμέσων.

Το SIP αναφέρεται στην χρήση του SDP αλλά δεν την καθορίζει. Οι πιο σημαντικές πληροφορίες μεταξύ των SDP πεδίων θα συμπεριλάβουν την αιτία της συνόδου, την διάρκεια, τον τύπο πολυμέσων και πληροφορίες που αφορούν την κίνηση πολυμέσων. Στην παρακάτω εικόνα ρίχνουμε μια διαφορετική ματιά στα ίδια INVITE μηνύματα της

προηγούμενης εικόνας μόνο που αυτή τη φορά οι κεφαλίδες μικραίνουν και το τμήμα του SDP επεκτείνεται.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.11 (172.30.1.11), Dst: 172.30.1.1 (172.30.1.1)
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Request-Line: INVITE sip:4752222@172.30.1.1 SIP/2.0
  Message Header
  Message Body
    Session Description Protocol
      Session Description Protocol Version (v): 0
      Owner/Creator, Session Id (o): MxSIP 0 307545470 IN IP4 172.30.1.11
      Session Name (s): SIP Call
      Connection Information (c): IN IP4 172.30.1.11
      Time Description, active time (t): 0 0
      Media Description, name and address (m): audio 34008 RTP/AVP 0 8 18 2 127
      Media Attribute (a): rtpmap:0 PCMU/8000
      Media Attribute (a): rtpmap:8 PCMA/8000
      Media Attribute (a): rtpmap:18 G729/8000
      Media Attribute (a): rtpmap:2 G726-32/8000
      Media Attribute (a): rtpmap:127 telephone-event/8000
      Media Attribute (a):ptime:20
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.1 (172.30.1.1), Dst: 172.30.1.22 (172.30.1.22)
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Request-Line: INVITE sip:4752222@172.30.1.22:5060 SIP/2.0
  Message Header
  Message Body
    Session Description Protocol
      Session Description Protocol Version (v): 0
      Owner/Creator, Session Id (o): root 1524739687 1524739687 IN IP4 172.30.1.1
      Session Name (s): Asterisk PBX 1.8.11-cert1
      Connection Information (c): IN IP4 172.30.1.1
      Time Description, active time (t): 0 0
      Media Description, name and address (m): audio 16690 RTP/AVP 0 8 101
      Media Attribute (a): rtpmap:0 PCMU/8000
      Media Attribute (a): rtpmap:8 PCMA/8000
      Media Attribute (a): rtpmap:101 telephone-event/8000
      Media Attribute (a): fmp:101 0-16
      Media Attribute (a):ptime:20
      Media Attribute (a):sendrecv
```

3.15 Τα κυκλωμένα πεδία είναι οι θύρες UDP που περιγράφουν την κίνηση φωνής στις οποίες διεξάγεται.

Μια κεφαλίδα τύπου SDP δεν περιλαμβάνει μόνο τα πιο υποχρεωτικά πεδία όπως πχ έκδοση η πηγή προέλευσης και την session ID, είναι δυνατό να συμπεριληφθούν και ορισμένα προαιρετικά αντικείμενα. Στην επόμενη παράγραφο αναφέρονται τα πεδία που χρησιμοποιούνται από τα πακέτα που παρουσιάζονται στις παραπάνω εικόνες.

Version

Δείχνει την έκδοση του πρωτοκόλλου πχ SDP v0

Originator (ιδιοκτήτης)

Το πεδίο αυτό αποτελείται από ορισμένα υποπεδία σύμφωνα με την εικόνα 3.16:

```
Owner/Creator, Session Id (o) MxSIP 0 307545470 IN IP4 172.30.1.11
  Owner Username: MxSIP
  Session ID: 0
  Session Version: 307545470
  Owner Network Type: IN
  Owner Address Type: IP4
  Owner Address: 172.30.1.11
```

3.16 Στη προκειμένη περίπτωση, τα πεδία μετακινήθηκαν από το INVITE μήνυμα και στέλνονται απευθείας από το τηλέφωνο προς την IP 172.30.1.11. Παρατηρούμε επίσης την απουσία ονόματος χρήστη. Το κυκλωμένο πεδίο δείχνει μία ταυτότητα συνόδου. Το IN είναι τύπος δικτυακού κειμένου internet. Και ο τύπος διεύθυνσης θα είναι η IP4 η IP6. Η διεύθυνση ιδιοκτήτη απεικονίζει την πηγή του INVITE μηνύματος.

```

Session Description Protocol
  Session Description Protocol Version (v): 0
  Owner/Creator, Session Id (o): MxSIP 0 307545470 IN IP4 172.30.1.11
  Session Name (s): SIP Call
  Connection Information (c): IN IP4 172.30.1.11
  Time Description, active time (t): 0 0
  Media Description, name and address (m): audio 34008 RTP/AVP 0 8 18 2 127
    Media Type: audio
    Media Port: 34008
    Media Protocol: RTP/AVP
    Media Format: ITU-T G.711 PCMU
    Media Format: ITU-T G.711 PCMA
    Media Format: ITU-T G.729
    Media Format: ITU-T G.721
    Media Format: DynamicRTP-Type-127
  Media Attribute (a): rtpmap:0 PCMU/8000
  Media Attribute (a): rtpmap:8 PCMA/8000

```

```

2e 33 30 2e 31 2e 31 31 0a 0a 74 3d 30 20 30 0a .30.1.11 .t=0 0.
0a 6d 3d 61 75 64 69 6f 20 33 34 30 30 38 20 52 .m=audio 34008 R
54 50 2f 41 56 50 20 30 20 38 20 31 38 20 32 20 TP/AVP 0 8 18 2
31 32 37 0d 0a 61 3d 72 74 70 6d 61 70 3a 30 20 127 .a=r tpmmap:0
50 43 4d 55 2f 38 30 30 30 0d 0a 61 3d 72 74 70 PCMU/8000 0 a-rtp

```

3.17 Στο SDP πακέτο που απεικονίζεται, το επιλεγμένο πεδίο περιέχει πληροφορίες για τον τύπο πολυμέσων που πρόκειται να μεταδοθεί, μαζί με τα υποστηριζόμενα codecs ηχου της συσκευής και το πρωτόκολλο που θα χρησιμοποιηθεί για την μετάδοση.

Session name(s)

Το όνομα αυτό είναι πολύ σημαντικό για τη συναλλαγή και πρέπει να διαθέτει μέσα κάποιο περιεχόμενο, αν όχι τότε θα περιέχει τους χαρακτήρες s= αντί για κενό.

Connection information(c)

Το πεδίο αυτό περιλαμβάνει γενικές πληροφορίες της σύνδεσης όπως τον τύπο διεύθυνσης (IPv4), τον τύπο δικτύου) και την IP διεύθυνση.

Time description

Το πεδίο αυτό περιγράφει την αρχική και τελική χρονική περίοδο που έλαβε μέρος η σύνοδος πολυμέσων. Η μονάδα μέτρησης είναι σε δευτερόλεπτα και διαθέτει τις τιμές start και stop. Όταν το start έχει την τιμή 0 σημαίνει ότι η σύνοδος θεωρείται μόνιμη και όταν το stop έχει κάποια τιμή μεγαλύτερη του μηδενός τότε σημαίνει πώς η σύνοδος είναι ελεύθερη.

Media description

Το πεδίο αυτό περιγράφει ακριβώς τι χρησιμοποιείται από την ροή των πολυμέσων όσον αφορά τις θύρες και τα codecs.

Media attribute (Ιδιώτης μέσων)

Οι ιδιώτες είναι σημαντικά χαρακτηριστικά της ροής πολυμέσων και εξηγούνε την χρήση των αντικειμένων στο πεδίο περιγραφής . Οι ιδιώτες μπορούν να εφαρμοστούν η στα ατομικά πολυμέσα η στη σύνοδο, η εικόνα 3.8 απεικονίζει.

```

Session Description Protocol
  Session Description Protocol Version (v): 0
  Owner/Creator, Session Id (o): MxSIP 0 307545470 IN IP4 172.30.1.11
  Session Name (s): SIP Call
  Connection Information (c): IN IP4 172.30.1.11
  Time Description, active time (t): 0 0
  Media Description, name and address (m): audio 34008 RTP/AVP 0 8 18 2 127
  Media Attribute (a): rtpmap:0 PCMU/8000
    Media Attribute Fieldname: rtpmap
    Media Format: 0
    MIME Type: PCMU
    Sample Rate: 8000
  Media Attribute (a): rtpmap:8 PCMA/8000
  Media Attribute (a): rtpmap:18 G729/8000
  Media Attribute (a): rtpmap:2 G726-32/8000
  Media Attribute (a): rtpmap:127 telephone-event/8000
  Media Attribute (a): ptime:20

```

```

50 2e 31 2e 31 31 0d 0a 73 3d 33 49 20 20 43 01 0.1.11.. s=SIP Ca
6c 6c 0d 0a 63 3d 49 4e 20 49 50 34 20 31 37 32 11..c=IN IP4 172
2e 33 30 2e 31 2e 31 31 0d 0a 74 3d 30 20 30 0d .30.1.11 ..t=0 0.
0a 6d 3d 61 75 64 69 6f 20 33 34 30 30 38 20 52 .m=audio 34008 R
54 50 2f 41 56 50 20 30 20 38 20 31 38 20 32 20 TP/AVP 0 8 18 2
31 32 37 0d 0a 61 3d 72 74 70 6d 61 70 3a 30 20 127..a=r tpmmap:0
50 43 4d 55 2f 38 30 30 30 0d 0a 61 3d 72 74 70 PCMU/800 0..a=rtp
6d 61 70 3a 38 20 50 43 4d 41 2f 38 30 30 30 0d map:8 PC MA/8000.
0a 61 3d 72 74 70 6d 61 70 3a 31 38 20 47 37 32 .a=rtpma n:18 G72

```

3.18 Παράδειγμα ιδιώτη μέσων

Αφού έχει σταλθεί το μήνυμα SIP INVITE, το VoIP τηλέφωνο προορισμού με αριθμό 475-2222 και IP διεύθυνση 172.20.1.22 απαντά με μήνυμα TRYING και RINGING στον call server ο οποίος στη συνέχεια τα επιστρέφει πίσω στον αποστολέα που είναι το τηλέφωνο με αριθμό 475-1111 και IP διεύθυνση 172.30.1.11.

Στη συνέχεια το IP 172.30.1.11 στέλνει μήνυμα ACK και η RTP ροή ξεκινά. Η ροή RTP συνεχίζεται μέχρι ένα από τα δύο άκρα της σύνδεσης να κλείσει αυτή τη σύνδεση, όταν συμβεί αυτό τότε στέλνεται ένα BYE μήνυμα στο 172.30.1.11 για να ακυρωθεί η σύνδεση.

10	172.30.1.11	172.30.1.1	SIP/SDP	Request: INVITE sip:4752222@172.30.1.1, w
11	172.30.1.1	172.30.1.11	SIP	Status: 100 Trying
12	172.30.1.1	172.30.1.11	SIP	Status: 180 Ringing
14	172.30.1.1	172.30.1.11	SIP	Status: 180 Ringing
19	172.30.1.1	172.30.1.11	SIP/SDP	Status: 200 OK, with session description
20	172.30.1.11	172.30.1.1	SIP	Request: ACK sip:4752222@172.30.1.1:5060
21	172.30.1.1	172.30.1.11	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x895E7E0, Seq=
22	172.30.1.1	172.30.1.11	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x895E7E0, Seq=

3.19 τα καταγεγραμμένα πακέτα απεικονίζουν την μετάδοση των πακέτων σηματοδοσίας που οδηγούν στην μετάδοση πακέτων ομιλίας μέσω του RTP.

Άλλος ένας χρήσιμος τρόπος εξέτασης οποιουδήποτε τύπου επικοινωνιών είναι μέσω ενός διαγράμματος ροής

Time	172.30.1.11	172.30.1.1	Comment
8.145154		INVITE SDP (g711U g711A g729 g721)	SIP From: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1> To:4752222 <sip:4752222@172.30.1.1>
8.146025		← 100 Trying	SIP Status
8.156687		← 180 Ringing	SIP Status
8.242824		← 180 Ringing	SIP Status
11.758719		200 OK SDP (g711U g711A telephone)	SIP Status
11.857340		→ ACK	SIP Request
12.041665		← RTP (g711U)	RTP Num packets:493 Duration:9.839s SSRC:0x895E7E0
12.087508		← RTP (g711U)	RTP Num packets:494 Duration:9.859s SSRC:0x48D46E3C
21.928767		← BYE	SIP Request
21.982582		→ 200 OK	SIP Status

3.20 Το διάγραμμα ροής δεν δείχνει και τις δύο πλευρές της συζήτησης. Επειδή ο εξυπηρετητής κλήσης είναι τοποθετημένος ανάμεσα στα δύο τερματικά σημεία, το διάγραμμα αυτό δείχνει μόνο το μισό μέρος της μετάδοσης.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.1 (172.30.1.1), Dst: 172.30.1.11 (172.30.1.11)
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Status-Line: SIP/2.0 100 Trying
  Message Header
    Via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.11:5060;branch=z9hG4bK085494974;received=172.30.1.11
    From: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=980906697d6b2c9
    To: 4752222 <sip:4752222@172.30.1.1>
        Call-ID: c3d97bbb99745cbab4252e993de4f49c@172.30.1.11
    CSeq: 1324510262 INVITE
    Server: FPBX-2.10.0rc1(1.8.11)
    Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH
    Supported: replaces, timer
    Contact: <sip:4752222@172.30.1.1:5060>
    Content-Length: 0
```

3.21 Μήνυμα TRYING

Το μήνυμα SIP TRYING έχει κωδικό 100. Αυτός ο κωδικός και το ίδιο το μήνυμα έχουν την δυνατότητα να εμποδίσουν την επαναμετάδοση του INVITE μηνύματος από τον αρχικό UAC ο οποίος στην περίπτωση αυτή είναι το VoIP τηλέφωνο με αριθμό 475-1111 και διεύθυνση IP 172.30.1.11. Επίσης το μήνυμα TRYING δεν προτίθεται να δρομολογηθεί από τα proxies. Ο κωδικός 100 υποδεικνύει ότι ο εξυπηρετητής είναι απασχολημένος εκ μέρους του αρχικού αιτήματος.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.1 (172.30.1.1), Dst: 172.30.1.11 (172.30.1.11)
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Status-Line: SIP/2.0 180 Ringing
  Message Header
    Via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.11:5060;branch=z9hG4bK085494974;received=172.30.1.11
    From: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=980906697d6b2c9
    To: 4752222 <sip:4752222@172.30.1.1>;tag=as13d5d28a
        Call-ID: c3d97bbb99745cbab4252e993de4f49c@172.30.1.11
    CSeq: 1324510262 INVITE
    Server: FPBX-2.10.0rc1(1.8.11)
    Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, PUBLISH
    Supported: replaces, timer
    Contact: <sip:4752222@172.30.1.1:5060>
    Content-Length: 0
```

3.22 Μήνυμα RINGING

Το μήνυμα RINGING στέλνεται από το SIP τερματικό σημείο το οποίο έλαβε το μήνυμα INVITE. Ο κωδικός κατάστασης είναι 180 και είναι δεδομένος. Αυτό παρέχει μία υπόδειξη ότι ο πελάτης προσπαθεί να ενημερώσει τον χρήστη για ένα ερχόμενο αίτημα. Στην περίπτωση αυτή, οι κωδωνισμοί του τηλεφώνου. Το επόμενο πακέτο που εμφανίζεται είναι η απάντηση προς το μήνυμα INVITE που περιέχει το SDP πακέτο. Όταν επιστρέφεται η απάντηση ο κωδικός κατάστασης είναι 200. Υποδεικνύοντας επιτυχία.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.22 (172.30.1.22), Dst: 172.30.1.1
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Status-Line: SIP/2.0 200 OK
  Message Header
  Message Body
    Session Description Protocol
      Session Description Protocol Version (v): 0
      Owner/Creator, Session Id (o): MxSIP 0 612545041 IN IP4 172.30.1.22
      Session Name (s): SIP Call
      Connection Information (c): IN IP4 172.30.1.22
      Time Description, active time (t): 0 0
      Media Description, name and address (m): audio 34008 RTP/AVP 0 8 101
      Media Attribute (a): rtpmap:0 PCMU/8000
      Media Attribute (a): rtpmap:8 PCMA/8000
      Media Attribute (a): rtpmap:101 telephone-event/8000
      Media Attribute (a):ptime:20
      Media Attribute (a): sendrecv
```

3.23 Μήνυμα απάντησης κωδικού 200.

Το τελευταίο πακέτο SIP που μεταδόθηκε πριν την RTP συναλλαγή δεδομένων είναι το μήνυμα SIP ACK.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.1 (172.30.1.1), Dst: 172.30.1.22
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Request-Line: ACK sip:4752222@172.30.1.22:5060 SIP/2.0
  Message Header
    Via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.1:5060;branch=z9hg4bk3de2e936
      Max-Forwards: 70
    From: "Bruce" <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=as4c880664
    To: <sip:4752222@172.30.1.22:5060>;tag=a8f65563ffc41bb
    Contact: <sip:4751111@172.30.1.1:5060>
      Call-ID: 4f7228bf4152517309c907195fcf9536@172.30.1.1:5060
    CSeq: 102 ACK
    User-Agent: FPBX-2.10.0rc1(1.8.11)
    Content-Length: 0
```

3.24 Αίτημα SIP ACK

Όταν επιστραφεί το ACK μήνυμα, τότε ξεκινά η RTP μετάδοση πακέτων φωνής και συνεχίζεται μέχρι ένα από τα δύο άκρα της σύνδεσης να κλείσει την σύνοδο και αυτό γίνεται με την αποστολή ενός BYE μηνύματος στην εικόνα 3.25:

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.22 (172.30.1.22), Dst: 172.30.1.1
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Request-Line: BYE sip:4751111@172.30.1.1:5060 SIP/2.0
  Message Header
    Via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.22:5060;branch=z9hg4bk72aa280bb
    Max-Forwards: 70
    Content-Length: 0
    To: "Bruce" <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=as4c880664
    From: <sip:4752222@172.30.1.22:5060>;tag=a8f65563ffc41bb
    Call-ID: 4f7228bf4152517309c907195fcf9536@172.30.1.1:5060
    CSeq: 869553303 BYE
    Supported: timer
    Supported: replaces
    User-Agent: Avaya SIP R2.2 Endpoint Brcm Callctrl/1.5.1.0 MxSF/v3.2.6.26
```

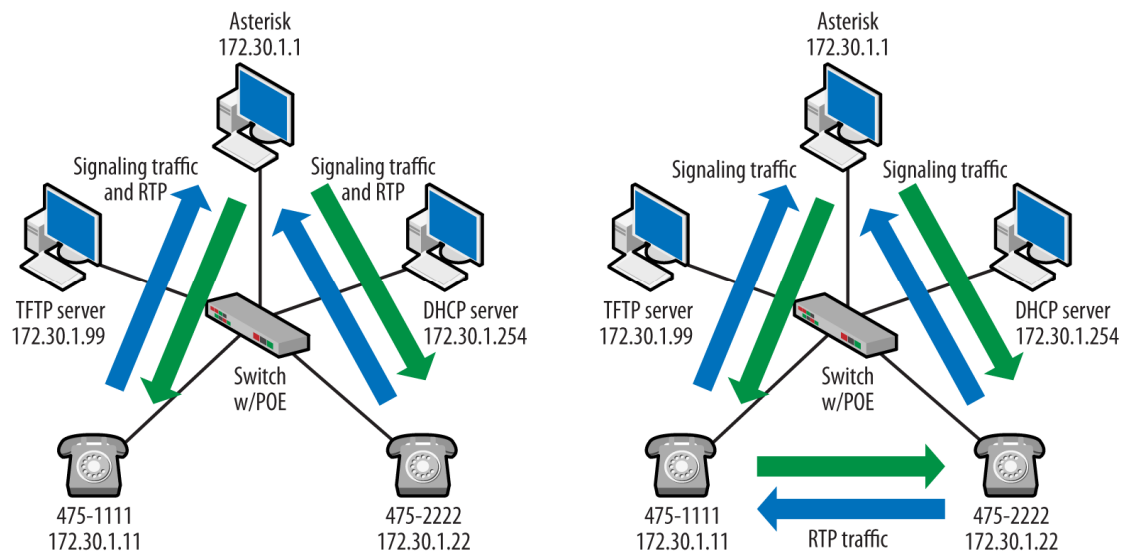
3.25 Αίτημα SIP BYE, αποστέλλεται από οποιοδήποτε τηλέφωνο κατεβάζεται από τον χρήστη

Όταν το BYE μήνυμα ληφθεί, το λαμβανόμενο τερματικό σημείο (το VoIP τηλέφωνο με αριθμό 475-1111) επιστρέφει απάντηση με μήνυμα κατάστασης 200, αυτό σημαίνει ότι το BYE μήνυμα μεταδόθηκε επιτυχώς και η σύνοδος τερματίζεται. Το BYE μήνυμα είναι ένα αίτημα για τον τερματισμό της συνόδου και το μήνυμα απάντησης εμφανίζεται παρακάτω.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.11 (172.30.1.11), Dst: 172.30.1.1
User Datagram Protocol, Src Port: sip (5060), Dst Port: sip (5060)
Session Initiation Protocol
  Status-Line: SIP/2.0 200 OK
  Message Header
    Call-ID: c3d97bbb99745cbab4252e993de4f49c@172.30.1.11
    CSeq: 102 BYE
    From: 4752222 <sip:4752222@172.30.1.1>;tag=as13d5d28a
    To: 4751111 <sip:4751111@172.30.1.1>;tag=980906697d6b2c9
    Via: SIP/2.0/UDP 172.30.1.1:5060;branch=z9hg4bk78d0499e
    Content-Length: 0
    Supported: replaces
    User-Agent: Avaya SIP R2.2 Endpoint Brcm Callctrl/1.5.1.0 MxSF/v3.2.6.26
```

3.26 Αποστολή μηνύματος κατάστασης 200 που δηλώνει την επιτυχία επεξεργασίας και κατανόησης του BYE μηνύματος.

Άξια αναφοράς είναι η ροή των RTP μηνυμάτων, ο call server συνήθως συνδέει τα δύο endpoints και στη συνέχεια να μένει αμέτοχος όταν λαμβάνει μέρος η επικοινωνία. Σε αυτό το σημείο τα μηνύματα RTP ρέουν απευθείας ανάμεσα στα τηλέφωνα όπως φαίνεται στα δεξιά της εικόνας 3.27:



3.27 Τα πακέτα έχουν ως διευθύνσεις πηγής και προορισμού τις IP 172.30.1.11 και 172.30.1.22. Έχοντας όμως τις προκαθορισμένες ρυθμίσεις και μικρή τοπολογία, ο call server όπως φαίνεται αριστερά λειτουργεί από την αρχή έως τον τερματισμό της κλήσης.

Κορμοί(Trunks)

Οι κορμοί SIP χρησιμοποιούνται πάντα, με τους κατασκευαστές να προσφέρουν πολλών ειδών υπηρεσίες. Ένας κορμός SIP δεν είναι μία φυσική σύνδεση αλλά μία λογική σύνδεση σε ένα endpoint που χειρίζεται μια σειρά εφαρμογών. Εκ πρώτης όψης οι κορμοί SIP μπορεί να μοιάζουν με τούνελ που μεταδίδουν φωνή, τώρα όμως αποτελούν μέρος μίας μεγαλύτερης πλατφόρμας. Αν δηλαδή κάποιος πληρώνει κάποιον πάροχο για VoIP υπηρεσίες τότε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα η επικοινωνία να διεξαχθεί μέσω ενός κορμού SIP.

Ασφάλεια

Η ασφάλεια στο VoIP έχει ως σκοπό την ασφάλιση της κίνησης σηματοδοσίας και των αρχείων φωνής. Για να συμβεί το πρώτο θα πρέπει να κλειδώσουμε τις έγγραφες, τις προσκλήσεις τους τερματισμούς (REGISTER, INVITE, BYE) κτλ. Για το δεύτερο ο στόχος είναι η προστασία της RTP ροής καθώς κινείται μέσα στο δίκτυο πράγμα που από μόνο του αποτελεί πρόκληση για τα ασύρματα δίκτυα. Παρ' όλα αυτά οι δυσκολίες εξακολουθούν να υπάρχουν. Η κατασκευαστική υποστήριξη και συμβατότητα δεν είναι διαβεβαιωμένη, και υπάρχουν στιγμές που η προσπάθεια ασφάλισης των VoIP εξαρτημάτων μπορεί να εμποδίσει τη λειτουργία τους.

Μέρος του προβλήματος προέρχεται από την απλότητα του SIP ως προς την χρήση και την ανάγνωση. Το SIP μοιάζει παρά πολύ με το HTTP και στην αναγνωσιμότητα και στους κανόνες του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ροή των μηνυμάτων να είναι μονόδρομοι.

Κοινοί τύποι επιθέσεων

Εγγραφή

Οι εισβολείς μπορούν εύκολα να κλέψουν την ταυτότητα ενός νόμιμου χρήστη.

Διακοπές κλήσεων και άρνηση εξυπηρέτησης

Επίθεση τερματισμού στο SIP μπορεί να αποσυνδέσει κάποιον νόμιμο χρήστη, ο εισβολέας απλά στέλνει ένα BYE μήνυμα.

Man in the middle

Επιθέσεις πολλαπλού σκοπού με σκοπό την καταγραφή κίνησης και για εύρεση κωδικών ασφαλείας δικτύου. Σε αυτή τη στρατηγική είναι η τοποθέτηση του εισβολέα ανάμεσα στον κόμβο και τον εξυπηρετητή η δίκτυο. Ο εισβολέας ξεγελά τον πελάτη στέλνοντας του κίνηση. Όταν ληφθεί η κίνηση από τον νόμιμο κόμβο, ο εισβολέας δρομολογεί την κίνηση στον εξυπηρετητή. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται έτσι ώστε η κίνηση να μεταφέρεται στην αντίθετη κατεύθυνση με αποτέλεσμα τα endpoints να μην αντιλαμβάνονται την παρουσία του και το ότι διαβάζει όλα τα δεδομένα.

Αντιμετώπιση επιθέσεων

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι παραπάνω επιθέσεις, έχουν αναπτυχθεί συνδυασμοί μηχανισμών πιστοποίησης και κρυπτογράφησης οι οποίοι προσφέρονται από τα Secure SIP και Secure RTP.

Το Secure SIP παρέχει Secure URI. Η πλατφόρμα αυτή είναι όμοια με τη διευθυνσιοδότηση που προανέφερα αλλά ξεκινάει με sips αντί για sip. Πχ: sips:4751111@172.30.1.1. Όταν πραγματοποιηθεί μια κλήση με το sips η κλήση μπορεί να ασφαλιστεί μέσω ασφάλειας επιπέδου μεταφοράς η μέσω του TLS(transport layer security), στην περίπτωση αυτή όλη η σύνδεση ασφαλίζεται με πιστοποιητικά. Η διαχείριση των πιστοποιητικών όμως ιδίως μέσα στα συμφραζόμενα ενός μεγαλύτερου δικτύου το οποίο μπορεί να διαθέτει επιπλέον υποδομή ασφάλειας, δεν είναι πάντα εύκολη υπόθεση. Το άλλο στοιχείο για την μείωση των επιθέσεων είναι η κρυπτογράφηση των αρχείων φωνής με τη βοήθεια του srtp το οποίο αγνοεί την κίνηση σηματοδότησης.

Πού όμως θα πρέπει να εισάγουμε κρυπτογράφηση; Αν οι χρήστες συνδέονται μέσω ενός ενσύρματου δικτύου τότε δεν χρειάζεται η κρυπτογράφηση. Αλλά η προστασία των ασύρματων χρηστών είναι πολύ σημαντική, χρησιμοποιούμε πιο ισχυρά μέσα κρυπτογράφησης μέσω της οικογένειας 802.1x. Η συνδεσιμότητα με τον έξω κόσμο συχνά εγκαθίσταται μέσω ενός εικονικού ιδιωτικού δικτύου (Virtual Private Network), με αποτέλεσμα την πιθανή μείωση κρυπτογράφησης της κίνησης φωνής και την μειωμένη απόδοση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

H.323

Τη δεκαετία του 90 επινοήθηκαν πολλές ιδέες για τον τρόπο που εμείς επικοινωνούμε. Ανάμεσα τους, η τηλεδιάσκεψη και η ιδέα ότι η φωνή μπορεί να ενθυλακωθεί σε πακέτα δεδομένων. Η πρόταση του H.323 από την εταιρία ITU-T (International Telecommunications Union – Telecom) ξεκινάει από αυτή την χρονική περίοδο. Ενώ έχει δεχτεί πολλές ενημερώσεις με την τελευταία να είναι η έκδοση 7, αρκετές από τις βασικές ιδέες έχουν προχωρήσει αρκετά. Τα βασικό πρόβλημα που είχε να αντιμετωπίσει είναι η μετατροπή της σηματοδότησης που χρησιμοποιούνταν από τα παραδοσιακά δίκτυα τηλεπικοινωνιών σε τεχνικές οι οποίες βασίζονται στο IP(internet protocol). Ως προκάτοχος του SIP, το H.323 βασίζεται σε πρωτόκολλα και αρχές που σχετίζονται με το PSTN. Πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς όπως τα TCP, UDP και IPv4/6 βασίζονται σε αυτές τις αρχές. Η παραπάνω πρόταση αποτέλεσε αρχή για την επινοήση τηλεδιασκέψεων, όπου περιλαμβάνει φωνή, δεδομένα και βίντεο. Ο λόγος ήταν γιατί αναλαμβάνει εργασίες όπως έλεγχο κλήσης και διαχείριση για διασκέψεις point to point και multipoint, διαχείριση πυλών για την κίνηση πολυμέσων, παραμέτρους bandwidth, και συμμετοχή χρηστών. Όλα αυτά αποτέλεσαν την κυρίαρχη αρχή της διαδικτυακής τηλεφωνίας και του VoIP. Παρ' όλο που το SIP προτιμάται περισσότερο, υπάρχει μεγάλος αριθμός κατασκευαστών που ακόμα υποστηρίζουν το πρωτόκολλο H.323 γιατί ο τρόπος λειτουργίας του είναι κατανοητός. Επίσης υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός εξοπλισμού που χρησιμοποιεί ακόμα αυτό το πρωτόκολλο κρίνοντας σημαντική την διαλειτουργικότητα του. Το H.323 είναι πρωτόκολλο σηματοδοσίας το οποίο αποτελεί μέλος της οικογένειας H.3XX που προτάθηκε από την ITU-T και αποτελείται από μία συλλογή υποπρωτοκόλλων που μαζί με το TCP η το UDP και χρησιμοποιεί τις θύρες 1719 και 1720 ανάλογα με την περίπτωση, TCP για τα μηνύματα σηματοδοσίας και RTP για την μετάδοση φωνής βίντεο και δεδομένων ανάμεσα στα endpoints. Από την 3^η έκδοση του πρωτοκόλλου και μετά τα μηνύματα σηματοδοσίας είναι δυνατό να μεταδοθούν και με το UDP. Το H.323 είναι βασισμένο στους κανόνες παραδοσιακής τηλεφωνίας, αποτελείται από ένα πολύπλοκο σετ πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία κλήσεων και την διαχείριση συνδέσεων, σε αντίθεση με τις IP ρίζες του SIP. Αν κάποιος ρίξει μια ματιά στα έγγραφα της ITU θα καταλάβει πόσο πολύπλοκο είναι το H.323 όσον αφορά τον τρόπο λειτουργίας του και την δομή του. Το πρωτόκολλο H.323 επινοήθηκε για πρώτη φορά το 1996 και περιγράφει τερματικά και άλλες οντότητες που παρέχουν υπηρεσίες επικοινωνίας πολυμέσων μέσα σε δίκτυα που βασίζονται σε πακέτα. Υποστηρίζεται από πολλούς τύπους τερματικών, ακόμα και αυτά που βασίζονται σε γραμμές ISDN (Integrated Services Digital Network) και παραδοσιακές τηλεφωνικές συσκευές στο PSTN.

Χαρακτηριστικά του H.323

- Οι πελάτες (clients) του H.323 συνεργάζονται με πελάτες τηλεδιάσκεψης των δικτύων μεταγωγής κυκλώματος βασισμένοι σε πρωτόκολλα H.320 (ISDN) H.321(ATM) και H.324(PSTN/Wireless).
- Ένας πελάτης H.323 πρέπει να υποστηρίζει επικοινωνία με ήχο καθιστώντας την υποστήριξη video και δεδομένων μη υποχρεωτική. Η ανομοιογένεια αυτή δεν κάνει

τους πελάτες ασύμβατους. Κατά τη δημιουργία σύνδεσης (call set up) ανταλλάσσονται πληροφορίες ανάμεσα στα τερματικά και η επικοινωνία γίνεται με βάση τις ελάχιστες κοινές υπηρεσίες.

- Για τη σωστή λειτουργία του πρότυπου απαιτούνται κωδικοποιητές για video και ήχο. Προτείνονται κάποιοι αλλά γενικά δεν υπάρχει περιορισμός όσον αφορά το codec εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί. Τα δυο τερματικά μπορούν να συμφωνήσουν στη χρήση οποιουδήποτε κοινού κωδικοποιητή-αποκωδικοποιητή (codec).
- Υποστηρίζονται υπηρεσίες χρέωσης.
- Οι κλήσεις μπορούν να περιοριστούν με βάση τις υπό εξέλιξη κλήσεις, περιορισμούς στο εύρος ζώνης (bandwidth) ή χρονικούς περιορισμούς.
- Παρέχονται υπηρεσίες έγκρισης-πιστοποίησης ταυτότητας και εμπιστευτικότητας.
- Με τη δεύτερη έκδοση του H.323 εμφανίστηκαν και βοηθητικές υπηρεσίες όπως η προώθηση κλήσης.
- Το πρότυπο είναι ανεξάρτητο από λειτουργικά και μηχανικά συστήματα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε PCs, τηλεφώνια IP, καλωδιακή τηλεόραση κ.α.
- Το H.323 μπορεί από μόνο του να υποστηρίξει επικοινωνία μεταξύ τριών και περισσότερων τερματικών χωρίς τη βοήθεια ενός MCU. Όμως η χρήση ενός τέτοιου υποσυστήματος παρέχει μια πλατφόρμα πιο ευέλικτη και με περισσότερες υπηρεσίες ομοίως και στην περίπτωση του SIP με έναν εξυπηρετητή ανακατεύθυνσης.
- Σε επικοινωνίες μεταξύ πάνω από 2 τερματικών υποστηρίζεται η μετάδοση σε πολλούς αποδέκτες (αποστολή multicast). Αυτό σημαίνει ότι αν κάποιο πακέτο πρέπει να σταλεί σε πολλαπλούς προορισμούς τότε στέλνεται 1 φορά. Αντίθετα σε αποστολές σε έναν μόνο αποδέκτη (unicast) δημιουργούνται πολλαπλές αποστολές από σημείο σε σημείο (point-to-point) ενώ κατά την εκπομπή στέλνεται πακέτο παντού ανεξάρτητα από το αν έχει ζητηθεί ή όχι. Συνεπώς οι πόροι του δικτύου δεν χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά.
- Τα μηνύματα σηματοδότησης H.323 αναπαριστούνται δυαδικά

Λίστα πρωτοκόλλων και εξαρτημάτων που συνθέτουν το H.323

- CODECs ήχου
- CODECs video
- H.225.0/Q.931 εγκαθίδρυση σύνδεσης κλήσης
- H.225 RAS (registration, admission and status) μόνο όταν ένας gatekeeper συμμετέχει στην τοπολογία.
- H.245 σηματοδότηση έλεγχου
- T.120 Για συνδιάσκεψη δεδομένων
- H.450.(0,1,2,3) συμπληρωματικές υπηρεσίες όπως call forwarding, hold, call park
- H.235 ασφάλεια και απόκρυψη (security – encryption) για τη σειρά H
- Πρωτόκολλο μεταφοράς πραγματικού χρόνου (Real time transfer protocol, RTP)
- Πρωτόκολλο ελέγχου πραγματικού χρόνου (Real time control protocol, RTCP)

CODECS ήχου

Κατά την έναρξη της μετάδοσης ο ήχος πριν μεταδοθεί μετατρέπεται από αναλογικός σε ψηφιακά πακέτα ήχου και όταν φτάσει στον δέκτη επαναλαμβάνεται ή αντιστροφή διαδικασία. Όπως συμβαίνει με τα τηλέφωνα/ΗΥ που βασίζονται στο SIP, έτσι συμβαίνει και με τις συσκευές H.323 οι οποίες πρέπει να διαθέτουν οπωσδήποτε συσκευές κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης.

CODECS video

Σε αντίθεση με τα audio codecs, προφανώς καταναλώνουν μεγάλη ποσότητα bandwidth και τα πακέτα τους εμφανίζονται κατά μεγάλες ομάδες τα codecs που χρησιμοποιούνται προκειμένου να έχουμε ικανοποιητική απόδοση είναι τα H.264, H.261 η H.263 όπως και άλλα codecs με προϋπόθεση όμως ότι θα τα υποστηρίζουν και τα άλλα τερματικά.

H.225 RAS

Χρησιμοποιείται μεταξύ των endpoints και των gatekeepers για τις παρακάτω ενέργειες:

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

H.225.0 σηματοδοσία κλήσεων

Αποκαθιστά τη σύνδεση ανάμεσα στα endpoints μέσω της οποίας μεταφέρονται RTP πακέτα. Η μεταφορά των μηνυμάτων μπορεί να γίνει είτε απ' ευθείας μεταξύ των τερματικών σημείων είτε μέσω κάποιου ελεγκτή πύλης. Το ποιά μέθοδος θα χρησιμοποιηθεί αποφασίζεται από τον ελεγκτή κατά τη διάρκεια της ανταλλαγής μηνυμάτων του RAS για τον έλεγχο πρόσβασης.

H.245 για σηματοδοσία ελέγχου

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

- **Ανταλλαγή δυνατοτήτων**
Γενικά τα τερματικά πέρα από τις ελάχιστες απαιτήσεις του H.323 προσφέρουν κάποιες επιπλέον δυνατότητες. Για να συμφωνηθεί το πλαίσιο της επικοινωνίας των τερματικών

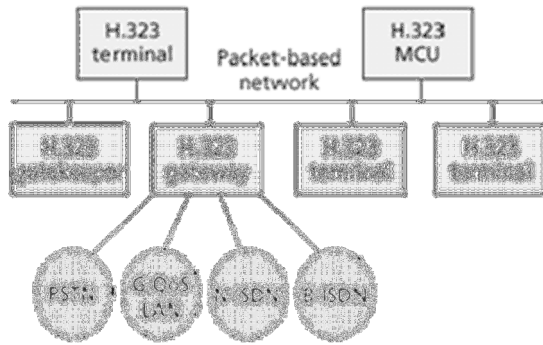
τα τερματικά ανταλλάσσουν όλες τις δυνατότητες τους (CODECs, bit rates, media types κ.α.).

- **Άνοιγμα και κλείσιμο λογικών καναλιών**
Στο H.323 λογικά κανάλια ονομάζονται οι συνδέσεις μιας κατευθύνσεις από άκρο σε άκρο (unidirectional end-to-end links). Χρησιμοποιείται διαφορετικό κανάλι για video, ήχο και δεδομένα. Ο στόχος του H.245 είναι να δημιουργεί και να τερματίζει τέτοια κανάλια. Ο έλεγχος γίνεται μέσω μηνυμάτων που στέλνονται μέσω του καναλιού 0 που είναι πάντα ενεργό.
- **Μηνύματα έλεγχου ροής**
Αυτά τα μηνύματα παρέχουν ενημέρωση στα τερματικά σημεία για τα προβλήματα επικοινωνίας που παρουσιάζονται.
- **Άλλα μηνύματα και εντολές**
Αρκετά μηνύματα ανταλλάσσονται κατά τη διάρκεια μιας κλήσης όπως π.χ. την ενημέρωση των τερματικών σημείων για αλλαγή κωδικοποιητή-αποκωδικοποιητή (codec).

T.120 Διάσκεψη πολυμέσων (multimedia conferencing)

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

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



4.1 Τυπική τοπολογία διαύλου ενός δικτύου που βασίζεται στο H.323: Τρία τερματικά H.323 τα οποία συντονίζονται από το multipoint control unit ενώ υπάρχει και gatekeeper με σκοπό τον έλεγχο την έναρξη και τον τερματισμό της σηματοδότησης, τέλος έχουμε και πύλη με σκοπό την σύνδεση και την επικοινωνία του H.323 με διαφορετικής τεχνολογίας δίκτυα τηλεφωνίας όπως το PSTN.

Φυσικά εξαρτήματα που συνθέτουν την αρχιτεκτονική ενός δικτύου H.323

Τερματικά τύπου H.323

Ένα τερματικό H.323 παρέχει πραγματικού χρόνου αμφίδρομες επικοινωνίες με κάποιο άλλο ίδιο τερματικό, πύλη, η MCU (multipoint control unit). Αυτού του είδους η επικοινωνία μεταδίδει ήχο, βίντεο η δεδομένα που παρέχονται από το τερματικό. Το τερματικό μπορεί να είναι ένα σύστημα τηλεδιάσκεψης που τρέχει στον υπολογιστή η κάποια άλλη συσκευή.

Multipoint Control Unit(MCU)

Το MCU είναι ένα τερματικό μέσα στο δίκτυο το οποίο επιτρέπει την συμμετοχή περισσότερων από δύο endpoints σε μία multipoint συνδιάσκεψη. Αναμιγνύει και ελέγχει αρχεία βίντεο, ήχου και δεδομένων που στέλνονται από τα endpoints για να δημιουργηθεί μια μεγάλη μεγέθους συνδιάσκεψη πολυμέσων. Το MCU επίσης μπορεί να συνδέσει δύο endpoints σε μία συνδιάσκεψη σημείο σε σημείο η οποία μπορεί αργότερα να αναπτυχθεί σε συνδιάσκεψη πολλαπλών σημείων.

Πύλες τύπου H.323

Ασχολείται με την επικοινωνία κα την μετάφραση ανάμεσα σε ένα H.323 τερματικό μέσα σε ένα IP δίκτυο και ένα δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος όπως το PSTN. Εγκαθιδρύει κλήσεις, τις τερματίζει και μερικές φορές δρα ως μεταφραστής ανάμεσα στα Codecs μέσω του H.225.

```

User Datagram Protocol, Src Port: 49301 (49301), Dst Port: h323gatestat (1719)
H.225.0 RAS
  RasMessage: gatekeeperRequest (0)
    gatekeeperRequest
      requestSeqNum: 2
      protocolIdentifier: 0.0.8.2250.0.5 (Version 5)
      nonStandardData
        rasAddress: ipAddress (0)
        endpointType
        endpointAlias: 1 item
        tokens: 1 item
        authenticationCapability: 2 items
        algorithmOIDs: 2 items
        featureSet

Transmission Control Protocol, Src Port: 4296 (4296), Dst Port: h323hostcall (1720)
TPKT, Version: 3, Length: 1367
Q.931
H.225.0 CS
  H323-UserInformation
    h323-uu-pdu
      h323-message-body: setup (0)
        setup
          protocolIdentifier: 0.0.8.2250.0.5 (Version 5)
          sourceInfo
            ...0 .... activeMC: False
            conferenceID: 00000000-0000-1000-0000-0000c0a81017
            conferenceGoal: callIndependentSupplementaryService (4)
            callType: pointToPoint (0)
            callIdentifier
            fastStart: 36 items
              1... .... mediawaitForConnect: True
              1... .... canOverlapSend: True
              0... .... h245Tunneling: False

```

4.2 Πακέτο που περιγράφει την έκδοση του H.225 και τις θύρες (ports) ο αριθμός θύρας είναι το 1720

Proxies

Ειδικοί τύποι πυλών οι οποίοι αναμεταδίδουν κλήσεις H.323 σε κάποιο άλλο H.323 endpoint. Ομοίως με την περίπτωση του SIP, χρησιμοποιούνται επίσης για να απομονώσουν τμήματα ενός H.323 για λόγους ασφαλείας, για διαχείριση quality of service (QoS), ή για να εκτελέσουν εργασίες δρομολόγησης που ειδικεύονται σε εφαρμογές.

Gatekeeper(Ελεγκτής πύλης)

Ο gatekeeper υποστηρίζει μία μεγάλη ποικιλία H.323 τερματικών από διάφορους κατασκευαστές. Η συμβατότητα των τερματικών με τους gatekeepers προϋποθέτει ότι τα τερματικά υποστηρίζουν το πρωτόκολλο RAS. Αποτελούν οντότητες σε ένα τοπικό δίκτυο το οποίο παρέχει μετάφραση διευθύνσεων και έλεγχο πρόσβασης στο τοπικό δίκτυο για τερματικά τύπου H.323, πύλες και τα MCU.

Οι gatekeepers είναι προαιρετικοί κόμβοι που διαχειρίζονται τερματικά σημεία σε ένα δίκτυο βασισμένο στο H.323. Τα endpoints επικοινωνούν με τους gatekeepers χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο RAS.

Τα endpoints επικοινωνούν με τον gatekeeper όταν ανοίγουν. Όταν θέλουν να επικοινωνήσουν με κάποιο endpoint ζητούνε άδεια για την έναρξη της κλήσης χρησιμοποιώντας ψευδώνυμα όπως μια διεύθυνση e-mail. Αν ο gatekeeper αποφασίσει τη συνέχιση της κλήσης, τότε στέλνει μία διεύθυνση IP στην προέλευση.

Ασφάλεια στο H.235

Πιστοποίηση

Είναι ένας μηχανισμός που διασφαλίζει την ταυτότητα των χρηστών των τερματικών που συμμετέχουν σε μία συνομιλία. Παρέχεται μέσω του έλεγχου πρόσβασης των τερματικών σημείων. Υπεύθυνος για τον έλεγχο είναι ο ελεγκτής πύλης που ελέγχει τη ζώνη.

Ακεραιότητα

Παρέχει τα μέσα που διαβεβαιώνουν ότι τα δεδομένα σε κάθε πακέτο δεν έχουν αλλοιωθεί.

Μυστικότητα/εμπιστευτικότητα

Αναφέρεται στα μέσα κωδικοποίησης δεδομένων με σκοπό την αδύνατη ανάγνωσή τους από τρίτους.

Μη – αποκήρυξη

Τρόπος προστασίας εναντίον κάποιου που ισχυρίζεται ότι δεν συμμετείχε στην συνομιλία ενώ γνωρίζουμε τη συμμετοχή του.

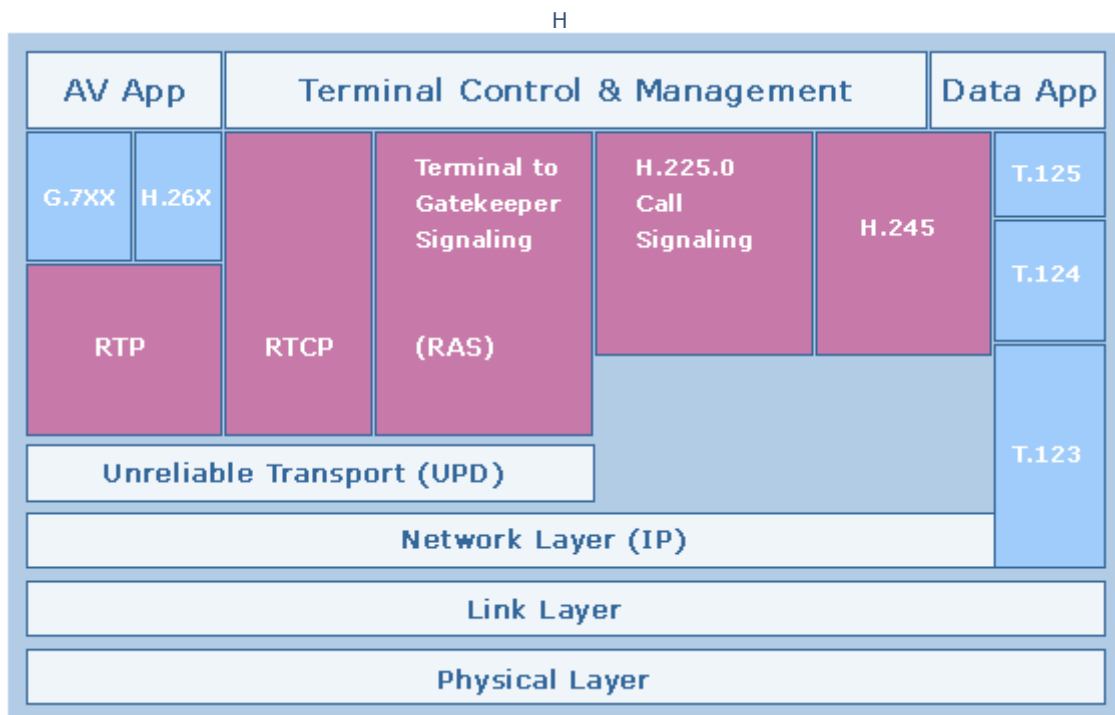
Βήματα που ακολουθούνται για την επικοινωνία δύο τερματικών σημείων με το πρωτόκολλο H.323

- Τα τερματικά σημεία έρχονται σε επικοινωνία με τον DHCP server
- Στη συνέχεια έρχονται σε επικοινωνία με τον TFTP server
- Η εγγραφή και η ανακάλυψη του ελεγκτή πύλης γίνεται με το πρωτόκολλο H.225 RAS
- Η σύνδεση ανάμεσα στα δύο τερματικά σημεία εγκαθίσταται μέσω του H.225.0
- Το H.245 ρυθμίζει τις παραμέτρους επικοινωνίας για την εκκίνηση της συνόδου
- Ξεκινά η μετάδοση δεδομένων μέσω του RTP/RTCP
- Το RTCP καθορίζει την απόδοση των αρχείων φωνής και ελέγχει την συμφόρηση
- Η σύνοδος πολυμέσων τερματίζεται με το H.245
- Η σύνδεση τερματίζεται μέσω του H.225
- Τα τερματικά στέλνουν στον ελεγκτή RAS αίτημα με σκοπό την ολοκλήρωση του τερματισμού

Τρόπος λειτουργίας H.323 και δομή μηνυμάτων.

Η λειτουργία του H.323 για τη μεταφορά της φωνής πάνω από ένα κλασικό IP δίκτυο θα πρέπει να πληρεί δύο απαραίτητες προϋποθέσεις, την αξιόπιστη (reliable) μεταφορά της σηματοδότησης που μεταφράζεται σε διανομή των πακέτων ελέγχου στη σωστή τους σειρά, και την "όχι απόλυτα αξιόπιστη" (unreliable) που αφορά στη διανομή των υπολοίπων

πακέτων που περιέχουν την πληροφορία φωνής. Η αξιόπιστη μετάδοση της σηματοδοσίας όταν μεταφερθεί στο χώρο του IP πρωτοκόλλου αντιστοιχεί στο Transmission Control Protocol (TCP) και εγγυάται αξιόπιστη, ακολουθιακή, χωρίς λάθη μετάδοση των πακέτων που αναλογεί όμως και σε χρονικές καθυστερήσεις και κατανάλωση bandwidth. Το H.323 χρησιμοποιεί το TCP και το H.245 πρωτόκολλο. Από την άλλη πλευρά και με τη χρήση του User Datagram Protocol (UDP) που μπορεί και να μεταφραστεί σαν "η καλύτερη δυνατή προσπάθεια για μετάδοση/ λήψη πακέτων" έχουμε μεν ταχεία μεταγωγή των πακέτων, συχνά όμως συμβαίνουν λάθη μετάδοσης που δεν ανακαλύπτονται και πακέτα που δε φτάνουν στον προορισμό με τη σειρά αποστολής τους. Εάν λοιπόν οι "ευαίσθητες" πληροφορίες ελέγχου μεταδίδονται πάνω από το TCP, οι υπόλοιπες χρησιμοποιούν το UDP και πιο συγκεκριμένα το IP multicast και το RTP που δρα στην κορυφή του IP multicast για τη διαχείριση των πακέτων φωνής και διαβεβαιώνει ότι τα πακέτα θα σταλούν στη σωστή σειρά ο τρόπος διαχείρισης των RTP πακέτων ισχύει και για το SIP.

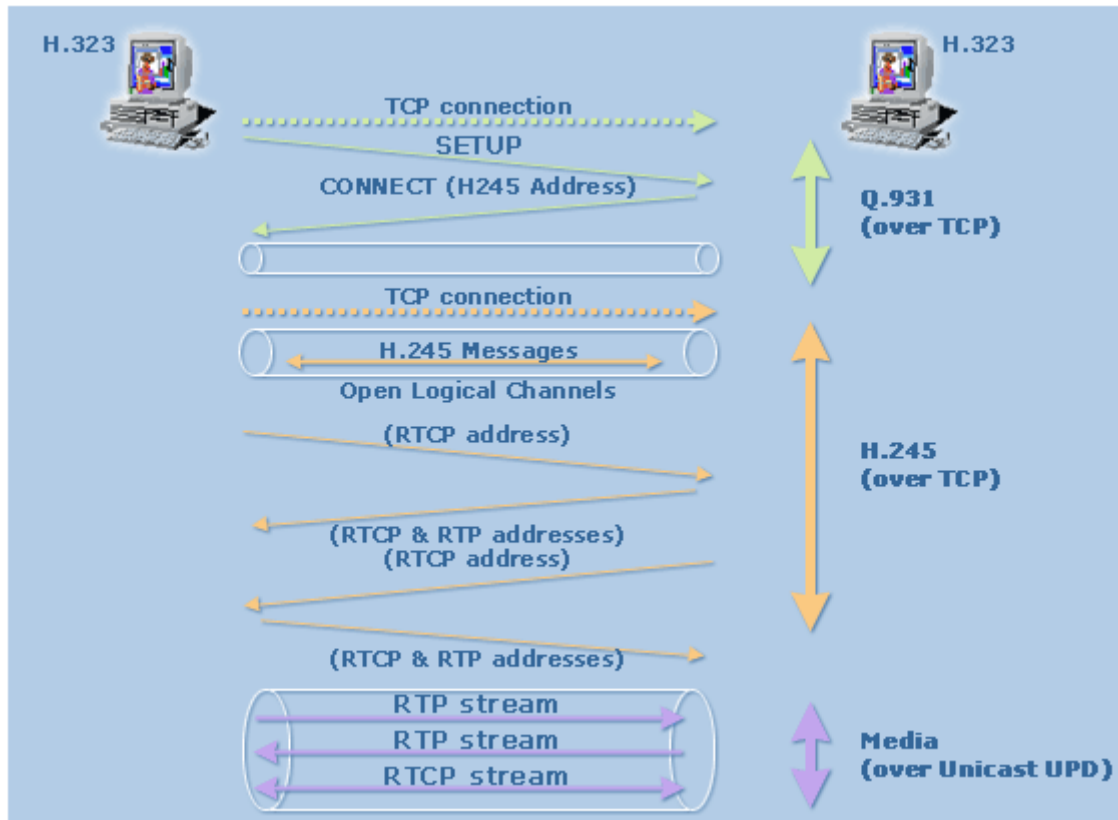


4.3 Στοιβά πρωτοκόλλων που συνδέουν το H.323 σύμφωνα με το μοντέλο αναφοράς OSI

Ο τρόπος με τον οποίο δύο χρήστες τηλεφώνου είναι δυνατό να επικοινωνήσουν μεταξύ τους διαμέσου ενός δρομολογητή (router) έχει ως εξής :

- Ο χρήστης σηκώνει το ακουστικό σηματοδοτώντας ένα off-hook σήμα προς τη συσκευή του τοπικού τηλεφωνικού βρόγχου (local loop), όποια κι αν είναι αυτή (PBX ή router)
- Η σύνοδος που ανοίγεται, αποδίδει dial tone και περιμένει από το χρήστη να επιλέξει τον επιθυμητό αριθμό
- Ο χρήστης επιλέγει τον αριθμό τον οποίο λαμβάνει η τηλεφωνική ενεργή συσκευή του τοπικού βρόγχου
- Ο αριθμός αντιστοιχίζεται σε ένα IP σταθμό, ο οποίος απευθύνει την κλήση κατευθείαν ή διαμέσου του PBX στο σταθμό αποστολής

- Το H.323 χρησιμοποιείται πλέον για να εγκαταστήσει ένα κανάλι αποστολής και ένα λήψης πάνω από το IP
- Ενεργοποιούνται οι coders και στις δύο πλευρές, και αρχίζει η μεταφορά των πακέτων με χρήση της RTP/TCP/UDP στοίβας
- Η συνομιλία τελειώνει και οι δύο πλευρές περιμένουν για νέα επαφή



4.4 Διάγραμμα ροής μηνυμάτων σηματοδότησης με το H.323 στο οποίο δεν συμμετέχει gatekeeper το μοντέλο αυτό ροής σηματοδότησης H.323 ονομάζεται μοντέλο απευθείας κατεύθυνσης.

Στη παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται μία τυπική σύνδεση βασισμένη στο H.323. Η συγκεκριμένη σύνδεση δεν χρησιμοποιεί διαχειριστή κλήσεων που σημαίνει ότι οι κόμβοι επικοινωνούν μεταξύ τους απευθείας.

10	10.210.200.112	10.210.200.111	H.225.0	CS: setup
12	10.210.200.111	10.210.200.112	H.225.0	CS: alerting
18	10.210.200.111	10.210.200.112	H.225.0	CS: connect
25	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	terminalCapabilitySet
27	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	masterSlaveDetermination
31	10.210.200.111	10.210.200.112	H.245	terminalCapabilitySet
33	10.210.200.111	10.210.200.112	H.245	masterSlaveDetermination
38	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	terminalCapabilitySetAck
39	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	masterSlaveDeterminationAck
41	10.210.200.111	10.210.200.112	H.245	terminalCapabilitySetAck
42	10.210.200.111	10.210.200.112	H.245	masterSlaveDeterminationAck
44	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	openLogicalChannel (generic)
46	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	openLogicalChannel (genericVideoCapability)

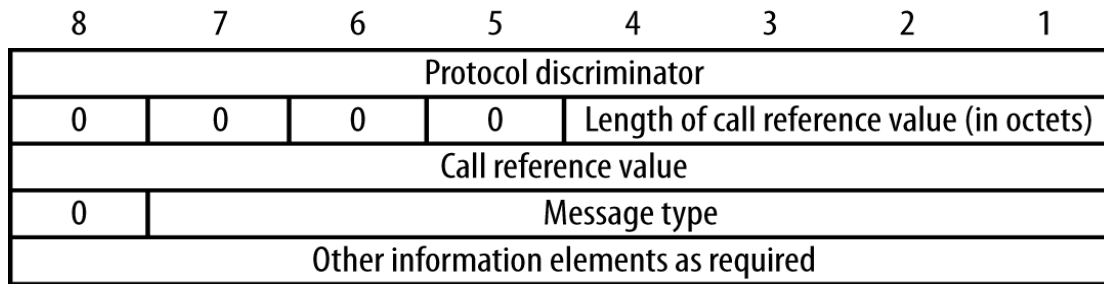
4.5 Λίστα πακέτων H.225 και H.245

Time	10.210.200.112 10.210.200.111	Comment
5.709857	→ setup (1720)	H225 From: To: TunnH245:off FS:off
5.882944	← alerting (1720)	H225 TunnH245:off FS:off
10.702663	← connect (1720)	H225 TunnH245:off FS:off
10.991370	→ TCS (2231)	H245 terminalCapabilitySet
10.991521	→ MSD (2231)	H245 masterSlaveDetermination
11.310257	← TCS (2231)	H245 terminalCapabilitySet
11.310394	← MSD (2231)	H245 masterSlaveDetermination
12.140347	→ TCSAck (2231)	H245 terminalCapabilitySetAck
12.140352	→ MSDAck (2231)	H245 masterSlaveDeterminationAck
12.196862	← TCSAck (2231)	H245 terminalCapabilitySetAck
12.196866	← MSDAck (2231)	H245 masterSlaveDeterminationAck
12.824751	→ OLC (generic) (2231)	H245 openLogicalChannel
13.567298	→ OLC (genericVideoCapability) (2231)	H245 openLogicalChannel
13.762027	← OLC (generic) (2231)	H245 openLogicalChannel
14.070986	→ OLCAck (2231)	H245 openLogicalChannelAck
14.103243	→ OLC (genericVideoCapability) (2231)	H245 openLogicalChannel
14.247915	→ OLC (genericVideoCapability) (2231)	H245 openLogicalChannel
14.382810	→ OLC (genericDataCapability) (2231)	H245 openLogicalChannel
14.664064	← OLCAck (2231)	H245 openLogicalChannelAck
14.856877	← OLCAck (2231)	H245 openLogicalChannelAck
14.932047	→ FCC (2231)	H245 flowControlCommand
14.991657	→ MC (2231)	H245 miscellaneousCommand
15.215888	→ OLC (genericVideoCapability) (2231)	H245 openLogicalChannel
15.355210	← OLCAck (2231)	H245 openLogicalChannelAck
15.393647	← FCC (2231)	H245 flowControlCommand
15.437293	← MC (2231)	H245 miscellaneousCommand
15.466774	→ OLCAck (2231)	H245 openLogicalChannelAck
15.546179	→ MC (2231)	H245 miscellaneousCommand
15.656911	→ RTP (RTPType-127) (2230)	RTP Num packets:1187 Duration:47.382s SSRC:0xCF3B3B01
15.669859	← MI (2231)	H245 miscellaneousIndication
15.866618	← FCIndication (2231)	H245 flowControlIndication

4.6 Λίστα πακέτων σε διάγραμμα ροής κλήσεων

Μηνύματα τύπου H.225

Το πρωτόκολλο H.225 διαθέτει πέντε κατηγορίες μηνυμάτων και 29 μηνύματα τα οποία δεν χρησιμοποιούνται όλα. Για παράδειγμα σε ένα διάγραμμα ροής κλήσεων για τοπολογία τύπου POLYCOM με δύο τερματικά και ένα gatekeeper, χρησιμοποιούνται μόνο τα εξής τρία μηνύματα: SETUP, ALERTING και CONNECT. Το καθένα από αυτά τα μηνύματα διαθέτει την ίδια κεφαλίδα που υποδεικνύει τον τύπο μηνύματος. Όταν καθοριστεί ο τύπος τότε το μήνυμα συναρμολογείται αναλόγως.



4.7 Βασική κεφαλίδα μηνύματος Q.931.

Αφού λοιπόν τα δύο πρώτα πακέτα της παρακάτω εικόνας επεκταθούν, μπορούμε να δούμε καθαρά τους τύπους μηνυμάτων Q.931

```
Internet Protocol Version 4, Src: 10.210.200.112 (10.210.200.112), Dst: 10.210.200.111 (10.210.200.111)
Transmission Control Protocol, Src Port: mdtp (3232), Dst Port: h323hostcall (1720), Seq: 509, Ack: 1,
TPKT, Version: 3, Length: 648
Q.931
  Protocol discriminator: Q.931
  Call reference value length: 2
  Call reference flag: Message sent from originating side
  Call reference value: 689f
  Message type: SETUP (0x05)
  ☐ Bearer capability
  ☐ Display 'Administrator'
  ☐ User-user
H.225.0 CS

Internet Protocol Version 4, Src: 10.210.200.111 (10.210.200.111), Dst: 10.210.200.112 (10.210.200.112)
Transmission Control Protocol, Src Port: h323hostcall (1720), Dst Port: mdtp (3232), Seq: 1, Ack: 649,
TPKT, Version: 3, Length: 103
Q.931
  Protocol discriminator: Q.931
  Call reference value length: 2
  Call reference flag: Message sent to originating side
  Call reference value: 089f
  Message type: ALERTING (0x01)
  ☐ User-user
H.225.0 CS
```

4.8 Πακέτα τύπου Q.931

Πρωτόκολλο Q.931

Άλλο ένα υποπρωτόκολλο του ISDN και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των κλήσεων . Δουλεύει στενά με το H.225.

Λίστα πεδίων Q.931, σύσταση της ITU-T

Διευκρινιστής πρωτοκόλλων(protocol discriminator)

Δείχνει ότι το μήνυμα είναι τύπου Q.931, το πεδίο έχει χωρητικότητα 1 byte.

Μήκος τιμής αναφοράς κλήσης (call reference value length)

Πεδίο χωρητικότητας 4 bit, προσδιορίζει τον αριθμό οκτάδων που χρησιμοποιούνται για την αναφορά κλήσης. Το προκαθορισμένο μέγιστο μήκος είναι τρεις οκτάδες.

Σημαία αναφοράς κλήσης (call reference flag)

Σημαία χωρητικότητας ενός bit που υποδεικνύει την κατεύθυνση ενός μηνύματος.

Τιμή αναφοράς κλήσης(call reference value)

Το πεδίο αυτό υποδεικνύει την κλήση η το αίτημα και είναι έγκυρο για τη διάρκεια της κλήσης.

Τύπος μηνύματος(message type)

Πεδίο χωρητικότητας ενός bit το οποίο προσδιορίζει τον τύπο μηνύματος.

Στοιχείο πληροφορίας (information element)

Η επόμενη σειρά πεδίων ονομάζονται στοιχεία πληροφοριών και το μήκος τους κυμαίνεται από οκτάδες έως και μεταβλητό μήκος.

Μήκος

Η ποσότητα πληροφορίας σε bytes για το στοιχείο.

Το πακέτο αυτό διαθέτει ένα τελευταίο πεδίο που ονομάζεται protocol discriminator of X.208 and X.209 Οι δύο τελευταίοι συμβολισμοί είναι αφηρημένοι κανόνες σύνταξης που καθορίζονται από την ITU-T. Παρακάτω ακολουθεί μία λίστα υποχρεωτικών και προαιρετικών μηνυμάτων H.225. Με κάθε τύπο μηνύματος, οι κόμβοι μπορεί να χρειαστούν να μεταδώσουν, να λάβουν, να ενεργήσουν η και τα τρία.

	Transmit	Receive and act upon
Call establishment messages		
Alerting	Mandatory	Mandatory
Call proceeding	Optional	Conditional mandatory
Connect	Mandatory	Mandatory
Progress	Optional	Conditional mandatory
Setup	Mandatory	Mandatory
Setup Acknowledge	Optional	Optional

4.9 Ο εικονιζόμενος πίνακας περιλαμβάνει μια λίστα με τα μηνύματα H.323 που είναι υποχρεωτικά και που δεν είναι να μεταδοθούν και να δεχτούν επεξεργασία .

Internet Protocol Version 4, Src: 10.210.200.111 (10.210.200.111), Dst: 10.210.200.112
 Transmission Control Protocol, Src Port: h323hostcall (1720), Dst Port: mdtp (3232), Seq
 TPKT, Version: 3, Length: 103

Q.931

Protocol discriminator: Q.931
 Call reference value length: 2
 Call reference flag: Message sent to originating side
 Call reference value: 689f
 Message type: ALERTING (0x01)

□ User-user

Information element: User-user
 Length: 91
 Protocol discriminator: X.208 and X.209 coded user information

H.225.0 CS

```

00 05 5d ce 90 78 00 50 ba c4 2e 04 08 00 45 00 ..]..x.P .....E.
00 8f f2 52 40 00 80 06 61 92 0a d2 c8 6f 0a d2 ...R@... a....o..
c8 70 06 b8 0c a0 ec 90 9e 4e 47 4f f4 01 50 18 .p..... .NGO..P.
fd 77 02 b6 00 00 03 00 00 67 08 02 e8 9f 01 7e .w....[.g.....~
00 5b 05 23 80 06 00 08 91 4a 00 04 22 c0 b5 00 .[#....J.....
23 31 0f 50 6f 6c 79 63 6f 6d 20 56 69 61 56 69 #i.Polyc om ViaVi
64 65 6f 16 52 65 6c 65 61 73 65 20 38 2e 30 3a deo.Rele ase 8.0:
20 38 2e 30 2e 30 2e 30 35 32 32 01 b0 d8 00 11 8.0.0.0 522.....
00 02 28 5a 75 30 0d 90 10 11 14 e3 e0 99 5e 3f ..(Zu0.. .....Λ?
0d 01 00 01 80 01 00 01 40 10 80 01 00 ..... @.....
  
```

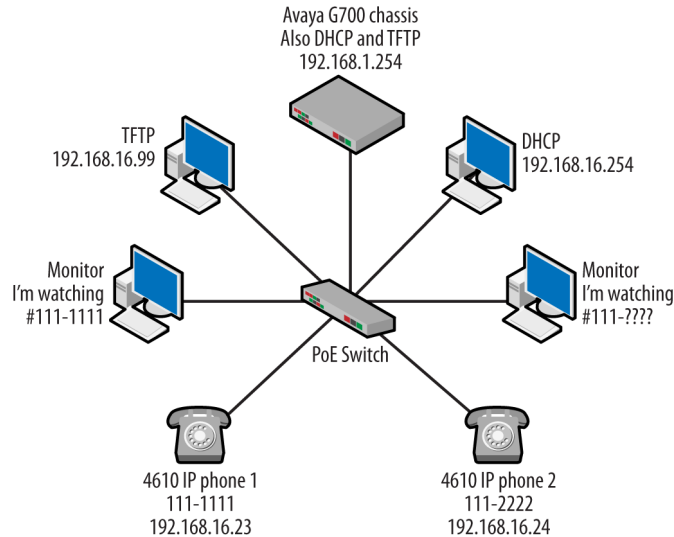
4.10 Πεδία ALERTING μηνυμάτων τύπου Q.931

	Transmit	Receive and act upon
Call clearing (termination) messages		
Release complete	Mandatory	Mandatory
Call information phase messages		
User information	Optional	Optional
Miscellaneous Messages		
Information	Optional	Conditional mandatory
Notify	Optional	Optional
Status	Mandatory	Mandatory
Status inquiry	Optional	Mandatory

4.11 Ο εικονιζόμενος πίνακας περιγράφει ποια μηνύματα τερματισμού κλήσης είναι υποχρεωτικά να μεταδοθούν και ποια όχι.

Μορφή μηνυμάτων H.225

Το πρωτόκολλο H.225 διαθέτει μερικά στάδια που δεν χρησιμοποιούνται σε απλές τοπολογίες σημείο σε σημείο. Πράγμα που σημαίνει πως στο παράδειγμα αυτό θα στραφούμε σε κάποια πιο κοινότυπη τοπολογία πελάτη – εξυπηρετητή.



4.12 Η εικονιζόμενη τοπολογία αποτελείται από δύο IP τηλέφωνα, ένα Avaya G700 ως gatekeeper, δύο σταθμοί παρακολούθησης, έναν TFTP server, έναν DHCP server τα οποία είναι όλα διασυνδεδεμένα μέσω ενός μεταγωγέα (switch) που παρέχει ηλεκτρική ενέργεια μέσω Ethernet

Στο επίκεντρο της εν λόγω τοπολογίας βρίσκεται το Avaya G700 chassis ως πύλη πολυμέσων. Τα VoIP endpoints αποτελούνται από τηλέφωνα IP Avaya 4610 . Η τοπολογία αυτή διαθέτει επίσης DHCP και TFTP εξυπηρετητές μαζί με σταθμούς παρακολούθησης (monitor stations) οι οποίοι παρακολουθούν την κίνηση που λαμβάνει μέρος ανάμεσα στα δύο τηλέφωνα. Όταν αναπτύσσεται η τοπολογία, παρατηρούμε την τυπική συμπεριφορά των περισσότερων υποδομών VoIP:

1. Τα τηλέφωνα με το που εισάγονται στο δίκτυο αναζητούν διεύθυνση IP μέσω του DHCP εξυπηρετητή.
2. Τα τηλέφωνα ενημερώνουν το λογισμικό τους μέσω του TFTP εξυπηρετητή η διαδικασία αυτή διαφέρει ανάλογα με τον κατασκευαστή στην περίπτωση αυτή πού έχουμε Avaya εξοπλισμό.
3. Τα τηλέφωνα επικοινωνούν με τον call server προκειμένου να εγγραφούν επιτρέποντας στους χρήστες να συνδεθούν στα τηλέφωνα τους και να παραλάβουν τον αριθμό τηλεφώνου τους.

Τις παραπάνω διαδικασίες μπορούμε να τις επιβεβαιώσουμε αν προσθέσουμε μερικά φίλτρα στις καταγραφές των σταθμών παρακολούθησης.

No.	Source	Destination	Protocol	Info
28	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	DHCP Discover - Transaction ID 0xc6e03148
33	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	DHCP Request - Transaction ID 0xc6e03148
46	192.168.16.23	192.168.16.99	TFTP	Read Request, File: 46xxupgrade.scr, Trans
76	192.168.16.23	192.168.16.99	TFTP	Read Request, File: 46xxsettings.txt, Tran
568	192.168.16.23	192.168.16.1	H.225.0	RAS: gatekeeperRequest
569	192.168.16.1	192.168.16.23	H.225.0	RAS: gatekeeperConfirm
570	192.168.16.23	192.168.16.1	H.225.0	RAS: registrationRequest
571	192.168.16.1	192.168.16.23	H.225.0	RAS: registrationConfirm
576	192.168.16.23	192.168.16.1	H.225.0	CS: setup OpenLogicalChannel
578	192.168.16.1	192.168.16.23	H.225.0	CS: callProceeding
579	192.168.16.1	192.168.16.23	H.225.0	CS: connect OpenLogicalChannel

4.13 Το φίλτρο που απεικονίζεται στην κορυφή της εικόνας μας επιτρέπει να δούμε τις συνδιασκέψεις που έλαβαν μέρος καθώς το τηλέφωνο προσπαθούσε να εγγραφεί στο δίκτυο. Τα πακέτα αυτά προήλθαν από το πρώτο τηλέφωνο που σημαίνει ότι η IP διεύθυνση που απέκτησε από τον DHCP server ήταν η 192.168.16.23.

Τώρα θα ρίξουμε μια ματιά στο πρώτο H.225 πακέτο, συγκεκριμένα στην κεφαλίδα που απεικονίζεται παρακάτω, υπάρχουν κάποια πράγματα που αξίζει να προσέξουμε.

```

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.16.23 (192.168.16.23), Dst: 192.168.16.1
User Datagram Protocol, Src Port: 49301 (49301), Dst Port: h323gatestat (1719)
H.225.0 RAS
  RasMessage: gatekeeperRequest (0)
    gatekeeperRequest
      requestSeqNum: 2
      protocolIdentifier: 0.0.8.2250.0.5 (Version 5)
    nonStandardData
      nonStandardIdentifier: object (0)
      data: 3 octets
    Data (3 bytes)
      Data: 850140
      [Length: 3]
    rasAddress: ipAddress (0)
      ipAddress
  
```

000	00	04	0d	e3	e3	d5	00	09	6e	05	cb	11	08	00	45	88	.....n.....E.
010	01	52	01	4a	00	00	40	11	d6	60	c0	a8	10	17	c0	a8	.R.J..@.....
020	10	01	c0	95	06	b7	01	3e	85	6c	03	20	00	01	06	00	..>..|.....
030	08	91	4a	00	05	00	0a	60	86	48	01	86	f8	72	04	02	..J.....H...r..
040	01	03	85	01	40	00	c0	a8	10	17	c0	95	02	00	01	03	...@...
050	00	44	44	44	41	2b	10	80	b1	01	90	00	0a	60	86	48	.DDDA+... ..H
060	01	86	fc	0b	01	06	02	00	04	00	c5	34	64	5e	f9	4a	... ..4d^..J
070	da	22	a0	bc	c4	4a	e9	1e	0c	3a	0d	1e	2c	a8	4a	7c	..".J... ..,..J|
080	55	40	8a	34	81	8e	4b	5d	f9	86	44	07	82	00	a8	04	U@.4..K]..D.....
090	be	7c	d9	37	3f	d0	34	34	65	f4	ed	d0	3f	2d	40	2c	..|.??..44e...?-@,
0a0	ab	b2	06	b9	db	63	19	42	85	6f	bd	1c	2d	e5	1d	e4	...c..B..o... ..
0b0	8c	76	c9	a1	3c	ef	23	8f	55	b4	3c	a8	43	3d	3d	1a	.v...<.#.U.<.C==.
0c0	87	70	5f	70	df	c8	c7	81	ea	af	7b	60	92	e5	b1	e9	.p_p... ..{... ..
0d0	73	72	5d	c7	98	0b	ec	37	8c	55	fb	dc	b6	5e	33	31	sr]...7..U...^31
0e0	81	f6	60	d0	67	23	2a	0a	1e	d6	00	00	00	00	06	20	..g#*.....
0f0	19	02	01	42	00	04	00	00	48	9c	20	01	00	0c	6c	89	.. ..H... ..l.
100	00	00	10	d2	00	00	08	48	00	00	0f	02	18	10	0b	0a	.....H.....
110	60	86	48	01	86	fc	0b	01	06	02	11	02	05	2b	0e	03	..H... ..+..
120	02	06	09	60	86	48	01	86	fc	0b	01	03	33	10	02	48	...H... ..3...H
130	09	60	86	48	01	86	fc	0b	01	09	00	00	40	00	01	20	..H... ..@..
140	01	48	09	60	86	48	01	86	fc	0b	01	0a	00	05	00	00	.H..H... ..
150	01	00	00	03	00	00	05	00	00	07	00	00	0a	00	00	0b	.....

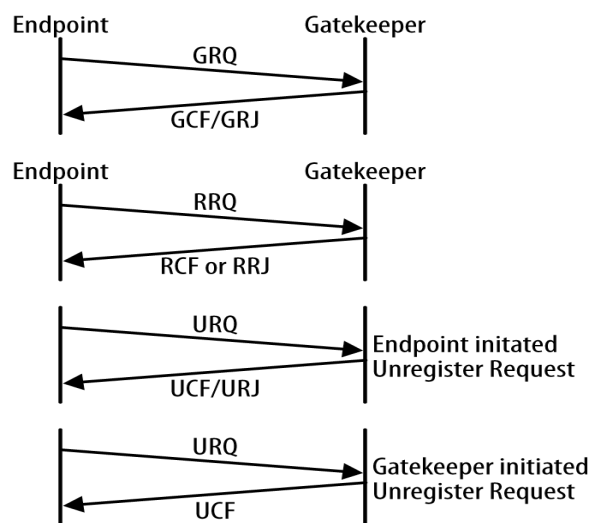
4.14 Το πακέτο αυτό αποστέλλεται από τα τερματικά με σκοπό να αναζητήσουν έναν gatekeeper αν και εφόσον συμμετέχει στην τοπολογία.

Πρώτον, παρ' όλο που η επέκταση RAS αποτελεί μέρος της H.225 σηματοδότησης, τα μηνύματα τύπου RAS ενθυλακώνονται μέσα σε δεδομογραφήματα τύπου UDP χρησιμοποιώντας την θύρα 1719. Δεύτερον παρατηρούμε ότι λείπουν οι κεφαλίδες Q.931

και TPKT. Αυτό συμβαίνει γιατί σε αυτό το μέρος της συνομιλίας το τηλέφωνο συνδέεται και επικοινωνεί με τον call server.

H.225 RAS

Το ακρώνυμο RAS σημαίνει registration, admission, status. Αποτελεί πολύ σημαντικό τμήμα του πρωτοκόλλου H.225 όσον αφορά τον έλεγχο κλήσης, μίας και αυτές οι λειτουργίες δεν είναι μόνο υπεύθυνες για την σύνδεση των τηλεφώνων στο σύστημα αλλά και για τον επιτρεπόμενο αριθμό των endpoints. Τα H.323 endpoints πρέπει να βρουν έναν gatekeeper και στη συνέχεια να του ζητήσουν την άδεια. Η εικόνα 4.15 παρουσιάζει μια γενική μορφή αυτόματης αναζήτησης και εγγραφής. Απεικονίζει επίσης την απεγγραφή που συμβαίνει όταν κάποιος σταθμός αποσυνδεθεί από το σύστημα:



4.15 μετάδοση RAS εγγραφής και απεγγραφής από το τερματικό προς τον gatekeeper.

Η πιστοποίηση αποτελεί άλλο ένα σημαντικό τμήμα σε αυτό το σημείο της κλήσης. Ένας κόμβος που βρίσκεται ανάμεσα σε κάποιο endpoint και κάποιο ελεγκτή πύλης είναι πιθανό να ζητήσει μία συγκεκριμένη ποσότητα bandwidth από το δίκτυο στέλνοντας μήνυμα Admission Request (ARQ). Όσοι ελεγκτές επιτρέπουν την αποδοχή ενός τέτοιου μηνύματος, θα απαντήσουν με την αποστολή ενός μηνύματος Admission Confirm (ACF).

Λίστα τύπων μηνυμάτων H.225 RAS:

- Admissions Confirm (ACF)
- Bandwidth Confirm (BCF)
- Disengage Confirm (DCF)
- Gatekeeper Request (GRQ)
- Information Request Negative Acknowledgment (INAK)
- Information Request Response (IRR)
- Location Reject (LRJ)
- Resource Availability Indication (RAI)

- Request In Progress (RIP)
- Registration Request (RRQ)
- Service Control Response (SCR)
- Unregistration Confirm (UCF)

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα παραπάνω μηνύματα δεν είναι όλα απαραίτητα. Για παράδειγμα το GCF χρειάζεται να υποστηριχθεί μόνο από ένα εκπεμπόμενο ελεγκτή πύλης. Επιπλέον ορισμένα μηνύματα είναι πολύ πιο κοινότερα από άλλα. Η συνδιάλεξη που παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα απεικονίζει τα πακέτα που παράγονται προκειμένου να πραγματοποιηθεί η συνδιάλεξη μεταξύ των endpoints της προηγούμενης εικόνας που προσπαθούσαν να βρουν κάποιον ελεγκτή πύλης για να εγγραφούν.

No.	Source	Destination	Protocol	Info
568	192.168.16.23	192.168.16.1	H.225.0	RAS: gatekeeperRequest
569	192.168.16.1	192.168.16.23	H.225.0	RAS: gatekeeperConfirm
570	192.168.16.23	192.168.16.1	H.225.0	RAS: registrationRequest
571	192.168.16.1	192.168.16.23	H.225.0	RAS: registrationConfirm

4.16 RAS μηνύματα για το τηλέφωνο 1

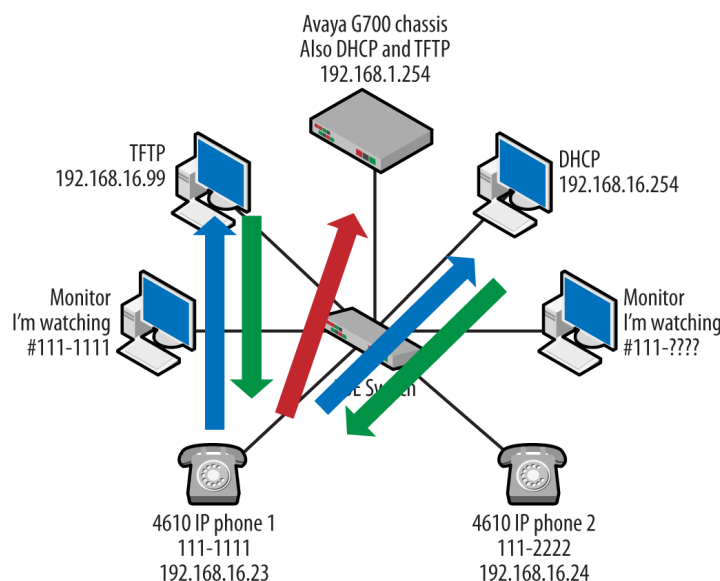
Την ίδια ακριβώς διαδικασία ακολουθεί και το δεύτερο τηλέφωνο

589	192.168.16.24	192.168.16.1	H.225.0	RAS: gatekeeperRequest
591	192.168.16.1	192.168.16.24	H.225.0	RAS: gatekeeperConfirm
592	192.168.16.24	192.168.16.1	H.225.0	RAS: registrationRequest
593	192.168.16.1	192.168.16.24	H.225.0	RAS: registrationConfirm

4.17 RAS μηνύματα για το τηλέφωνο 2

Πεδία τύπου RAS H.225

Με την ενημέρωση τοπολογίας, και τα δύο endpoints πριν πραγματοποιήσουν κάποια κλήση έρχονται σε επαφή με τους εξυπηρετητές DHCP και TFTP.



4.18 Το IP τηλέφωνο 1 επικοινωνεί με τον DHCP εξυπηρετητή για να διευθυνσιοδοτηθεί δυναμικά, στη συνέχεια ενημερώνεται με αναβάθμιση firmware μέσω ενός TFTP εξυπηρετητή.

```

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.16.23 (192.168.16.23), Dst: 192.168.16.1
User Datagram Protocol, Src Port: 49301 (49301), Dst Port: h323gatestat (1719)
H.225.0 RAS
  RasMessage: gatekeeperRequest (0)
    gatekeeperRequest
      requestSeqNum: 2
      protocolIdentifier: 0.0.8.2250.0.5 (Version 5)
      nonStandardData
        nonStandardIdentifier: object (0)
          data: 3 octets
            Data (3 bytes)
              Data: 850140
                [Length: 3]
            rasAddress: ipAddress (0)
              ipAddress

```

000	00	04	0d	e3	e3	d5	00	09	6e	05	cb	11	08	00	45	88	.....	n.....E.
010	01	52	01	4a	00	00	40	11	d6	60	c0	a8	10	17	c0	a8	..R..J..@.	.....
020	10	01	c0	95	06	b7	01	3e	85	6c	03	20	00	01	06	00	.....>..|	.....
030	08	91	4a	00	05	00	0a	60	86	48	01	86	f8	72	04	02	..J.....	.H...r..
040	01	03	85	01	40	00	c0	a8	10	17	c0	95	02	00	01	03	.....@...	.....
050	00	44	44	44	41	2b	10	80	b1	01	90	00	0a	60	86	48	..DDDA+...	.....H
060	01	86	fc	0b	01	06	02	00	04	00	c5	34	64	5e	f9	4a	.....	.4d^..J
070	da	22	a0	bc	c4	4a	e9	1e	0c	3a	0d	1e	2c	a8	4a	7c	.."....J..	.....J|
080	55	40	8a	34	81	8e	4b	5d	f9	86	44	07	82	00	a8	04	U@.4...K]	..D.....
090	be	7c	d9	37	3f	d0	34	34	65	f4	ed	d0	3f	2d	40	2c	..|.7?.44	e...?-@,
0a0	ab	b2	06	b9	db	63	19	42	85	6f	bd	1c	2d	e5	1d	e4	.....c..B	.....o.....
0b0	8c	76	c9	a1	3c	ef	23	8f	55	b4	3c	a8	43	3d	3d	1a	..v...<.#.	U.<.C==.
0c0	87	70	5f	70	df	c8	c7	81	ea	af	7b	60	92	e5	b1	e9	..p_p....	...{.....
0d0	73	72	5d	c7	98	0b	ec	37	8c	55	fb	dc	b6	5e	33	31	sr].....7	..U...^31
0e0	81	f6	60	d0	67	23	2a	0a	1e	d6	00	00	00	00	06	20	..g#*..	.....
0f0	19	02	20	02	00	04	00	00	48	9c	20	01	00	0c	6c	89	..	.....H. ....l.
100	00	00	10	d2	00	00	08	48	00	00	0f	02	18	10	0b	0a	.....H	.....
110	60	86	48	01	86	fc	0b	01	06	02	11	02	05	2b	0e	03	..H.....+
120	02	06	09	60	86	48	01	86	fc	0b	01	03	33	10	02	48	...H..	.....3..H
130	09	60	86	48	01	86	fc	0b	01	09	00	00	40	00	01	20	..H.....@..
140	01	48	09	60	86	48	01	86	fc	0b	01	0a	00	05	00	00	..H. .H..	.....
150	01	00	00	03	00	00	05	00	00	07	00	00	0a	00	00	0b	.....	.....

4.19 Το εικονιζόμενο πακέτο είναι μήνυμα RAS gatekeeper request που αποστέλλεται από τα τερματικά με σκοπό την αναζήτηση του, διεξάγεται μέσω του UDP.

Ρίχνοντας μια ματιά στο πακέτο της εικόνας 4.19 παρατηρούμε ότι το δεκαεξαδικό τμήμα συμπεριλήφθηκε για αναφορά.

Η δεύτερη επιλεγμένη κεφαλίδα αποτελεί το UDP τμήμα του πακέτου και υποδεικνύει την έναρξη αποστολής του μηνύματος RAS και τα υποπεδία της μπορούν να επεκταθούν. Σε αυτό το σημείο αντιλαμβανόμαστε την πολυπλοκότητα των H.323 πρωτοκόλλων η μικρή αυτή συλλογή πεδίων κάτω δεξιά αντιπροσωπεύει πληροφορίες χωρητικότητας 3 bytes που αποστέλλονται από αυτό το endpoint. Αυτό το RAS μήνυμα είναι ένα αίτημα GRQ, πράγμα που το καθιστά ως ένα από τα μηνύματα ανακάλυψης πυλών και τερματικών.

Request Sequence Number (requestSeqNum)

Η τιμή αυτή χρησιμοποιείται για την διαχείριση πολλαπλών αιτημάτων και αυξάνεται με κάθε μήνυμα.

Protocol Identifier(protocolIdentifier)

Αυτό το 6-μπιτο πεδίο μας δείχνει την έκδοση της σύστασης που χρησιμοποιείται.

Nonstandard Data (nonStandardData)

Προαιρετικό πεδίο το οποίο χρησιμοποιείται για μηνύματα discovery, registration, setup, η connect. Τα στοιχεία αυτά εξαρτούνται από τον κατασκευαστή πράγμα που σημαίνει ότι δεν χρειάζεται ελεγκτής πύλης για τη δρομολόγηση των μηνυμάτων.

RAS Address (rasAddress)

Διεύθυνση IP η οποία χρησιμοποιείται από VoIP endpoint

Endpoint Type (endpointType)

Υποδεικνύει το τερματικό σημείο που εγγράφεται.

Endpoint Alias (endpointAlias)

Πεδίο τιμής 7-byte στο οποίο περιλαμβάνεται το όνομα πεδίου τον τύπο ψευδώνυμου και ένα όνομα το οποίο αναγνωρίζεται από άλλους κόμβους.

```
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.16.23 (192.168.16.23), Dst: 192.168.16.1
User Datagram Protocol, Src Port: 49301 (49301), Dst Port: h323gatestat (1719)
H.225.0 RAS
  RasMessage: gatekeeperRequest (0)
    gatekeeperRequest
      requestSeqNum: 2
      protocolIdentifier: 0.0.8.2250.0.5 (Version 5)
    nonStandardData
    rasAddress: ipAddress (0)
    endpointType: terminal
      .0.. .... mc: False
      ..0. .... undefinedNode: False
    endpointAlias: 1 item
      Item 0
        AliasAddress: dialledDigits (0)
          dialledDigits: 1111111
        tokens: 1 item
        authenticationCapability: 2 items
        algorithmOIDs: 2 items
        featureSet
  [The response to this request is in frame 569]
```

00	00	04	0d	e3	e3	d5	00	09	6e	05	cb	11	08	00	45	88	.....	n.....E.
10	01	52	01	4a	90	00	40	11	d6	60	c0	a8	10	17	c0	a8	..R..J..@.	.....
20	10	01	c0	95	06	b7	01	3e	85	6c	03	20	00	01	06	00	.....>	.l.....
30	08	91	4a	0f	05	00	0a	60	86	48	01	86	f8	72	04	02	..J.....	.H...r..
40	01	03	83	01	40	00	c0	a8	10	17	c0	95	02	00	01	03	....@....	.....H
50	00	44	44	44	41	2b	10	80	b1	01	90	00	0a	60	86	48	..DDA+...	.....H
60	01	86	fe	0b	01	06	02	00	04	00	c5	34	64	5e	f9	4a	.....	..4dΛ.J
70	da	22	a0	bc	c4	4a	e9	1e	0c	3a	0d	1e	2c	a8	4a	7c	..".J..	.....J|

4.20 RAS τερματικά πεδία.

Tokens

Συλλογή από αντικείμενα που ορισμένα από αυτά είναι απαραίτητα για την ολοκλήρωση σύνδεσης. Τα πεδία token διαφέρουν ως προς το μήκος τους και στην περίπτωση του παρακάτω πακέτου είναι μία λίστα απαιτούμενων OID (object identity). Ορισμένα αντικείμενα τα οποία αναγράφονται στο παράδειγμα αυτό περιλαμβάνουν τον αλγόριθμο OID και της δυνατότητας πιστοποίησης (Authentication Capability). Κάθε τμήμα ξεκινά με μία αριθμητική μεταβλητή που υποδεικνύει πόσα άλλα αντικείμενα ακολουθούν, το πεδίο περιγράφεται στην εικόνα 4.21.

```

tokens: 1 item
  Item 0
    ClearToken
      tokenOID: 2.16.840.1.114187.1.6.2 (joint-iso-itu-t.16.840.1.114187.1.6.2)
      dhkey
        halfkey: c534645ef94ada22a0bcc44ae91e0c3a0d1e2ca84a7c5540... [bit length 1024]
      profileInfo: 2 items
        Item 0
          ProfileElement
            elementID: 2
            element: octets (0)
              octets: 0000489c
        Item 1
          ProfileElement
            elementID: 1
            element: octets (0)
              octets: 6c89000010d2000008480000
    authenticationCapability: 2 items
      Item 0
        AuthenticationMechanism: pwdSymEnc (1)
          pwdSymEnc: NULL
      Item 1
        AuthenticationMechanism: keyExch (8)
          keyExch: 2.16.840.1.114187.1.6.2 (joint-iso-itu-t.16.840.1.114187.1.6.2)
    algorithmOIDs: 2 items
      Item 0
        algorithmOIDs item: 1.3.14.3.2.6 (desECB)
      Item 1
        algorithmOIDs item: 2.16.840.1.114187.1.3 (joint-iso-itu-t.16.840.1.114187.1.3)
    featureSet

```

4.21 Πεδία token τύπου RAS

Feature set

Συλλογή αντικειμένων που υποστηρίζουν τα τηλέφωνα. Όπως και με τα περισσότερα πεδία, τα χαρακτηριστικά αναφέρονται από τα OID(object identity) που είναι τα χαρακτηριστικά Αναγα Λόγω του μεγάλου αριθμού των λιστών, έχει επεκταθεί μόνο ένα μέρος του τμήματος όπως στην παρακάτω εικόνα.

```

endpointAlias: 1 item
tokens: 1 item
authenticationCapability: 2 items
algorithmOIDs: 2 items
featureSet
  .... 0... replacementFeatureSet: False
  supportedFeatures: 2 items
    Item 0
      FeatureDescriptor
        id: oid (1)
          oid: 2.16.840.1.114187.1.9 (joint-iso-itu-t.16.840.1.114187.1.9)
          parameters: 1 item
            Item 0
              parameters item
                id: standard (0)
                  standard: 1
                content: number8 (4)
                  number8: 1
        Item 1
          FeatureDescriptor
            id: oid (1)
              oid: 2.16.840.1.114187.1.10 (joint-iso-itu-t.16.840.1.114187.1.10)
            parameters: 6 items
              Item 0
                parameters item
                  id: standard (0)
                    standard: 1
              Item 1
              Item 2
              Item 3
              Item 4
              Item 5

```

4.22 Αρχικό σετ πεδίων τύπου RAS.

Υπάρχει ένας αριθμός επιπλέον πεδίων που είναι πιθανό να απαιτηθούν από κάποιο συγκεκριμένο τύπο μηνυμάτων όπως το GateKeeperIdentifier και CallServices. Πχ: το μήνυμα registration confirmation message που στάλθηκε από τον gatekeeper προς το VoIP τηλέφωνο (πακέτο 571) περιλαμβάνει την χρησιμοποίηση του callSignalAddress (IP διεύθυνση και θύρα) που χρησιμοποιήθηκε μαζί με τα πακέτα H.225. Επίσης το πακέτο αυτό υποδεικνύει ότι το τηλέφωνο επιτρέπεται να πραγματοποιήσει κλήσεις άμεσα.

```

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.16.1 (192.168.16.1), Dst: 192.168.16.23
User Datagram Protocol, Src Port: h323gatestat (1719), Dst Port: 49301 (49301)
H.225.0 RAS
  RasMessage: registrationConfirm (4)
    registrationConfirm
      requestSeqNum: 3
      protocolIdentifier: 0.0.8.2250.0.5 (Version 5)
      nonStandardData
      callSignalAddress: 1 item
        Item 0
          TransportAddress: ipAddress (0)
            ipAddress
              ip: 192.168.16.1 (192.168.16.1)
              port: 1720
            endpointIdentifier: .n
          alternateGatekeeper: 1 item
            0... .... willRespondToIRR: False
          preGrantedARQ
            .1.. .... makeCall: True
            ..1. .... useGKCallSignalAddressToMakeCall: True
            ...1 .... answerCall: True
            .... 1... useGKCallSignalAddressToAnswer: True
            1... .... maintainConnection: True

```

4.23 Επιβεβαίωση εγγραφής τύπου RAS

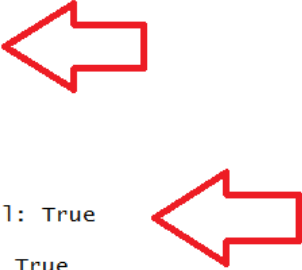
Μηνύματα τύπου H.225

Τώρα που το τηλέφωνο έχει εγγραφεί και έχει βρει τον ελεγκτή πύλης (πακέτα 568-571), η συζήτηση μεταφέρεται στα μηνύματα τύπου H.225 που ειδικεύονται στην κλήση. Το τηλέφωνο με IP 192.168.16.23 (111-1111 αριθμός τηλεφώνου) θα καλεί στην άλλη πλευρά. Αλλά αυτή την στιγμή ο εξυπηρετητής κλήσης και το τηλέφωνο ανταλλάσσουν λεπτομέρειες μεταξύ τους. Το μήνυμα H.225-Q.931 SETUP χρησιμοποιείται για την εκκίνηση της διαδικασίας. Ένα άλλο χαρακτηριστικό δυσκολίας του H.323 και των συμπληρωματικών πρωτοκόλλων του είναι ο αριθμός πεδίων και τύπων μηνύματος, αυτό γιατί διαφέρουν πολύ μεταξύ τους όπως μπορούμε να δούμε παρακάτω.

```

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.16.1 (192.168.16.1), Dst: 192.168.16.23
User Datagram Protocol, Src Port: h323gatestat (1719), Dst Port: 49301 (49301)
H.225.0 RAS
  RasMessage: registrationConfirm (4)
    registrationConfirm
      requestSeqNum: 3
      protocolIdentifier: 0.0.8.2250.0.5 (Version 5)
      nonStandardData
      callSignalAddress: 1 item
        Item 0
          TransportAddress: ipAddress (0)
            ipAddress
              ip: 192.168.16.1 (192.168.16.1)
              port: 1720
            endpointIdentifier: .n
          alternateGatekeeper: 1 item
            0... .... willRespondToIRR: False
          preGrantedARQ
            .1... .... makeCall: True
            ..1. .... useGKCallSignalAddressToMakeCall: True
            ...1 .... answerCall: True
            .... 1... useGKCallSignalAddressToAnswer: True
            1... .... maintainConnection: True

```



4.24 Μήνυμα SETUP τύπου H.225

Η διαφορά ανάμεσα στα πεδία των πακέτων SETUP και ALERT είναι ότι τώρα συμπεριλήφθη το Bearer Capability. Αν το παραπάνω πεδίο επεκταθεί, έχουμε την παρακάτω εικόνα.

```

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.16.23 (192.168.16.23), Dst: 192.168.16.1
Transmission Control Protocol, Src Port: 4296 (4296), Dst Port: h323hostcall (1720)
TPKT, Version: 3, Length: 1367
Q.931
  Protocol discriminator: Q.931
  Call reference value length: 2
  Call reference flag: Message sent from originating side
  Call reference value: 0001
  Message type: SETUP (0x05)
  Bearer capability
    Information element: Bearer capability
    Length: 3
    1... .... = Extension indicator: last octet
    .00. .... = Coding standard: ITU-T standardized coding (0x00)
    ...0 0000 = Information transfer capability: Speech (0x00)
    1... .... = Extension indicator: last octet
    .00. .... = Transfer mode: Circuit mode (0x00)
    ...1 0000 = Information transfer rate: 64 kbit/s (0x10)
    1... .... = Extension indicator: last octet
    .01. .... = Layer identification: Layer 1 identifier (0x01)
    ...0 0010 = User information layer 1 protocol: Recommendation G.711 u-law (0x02)
  User-user
H.225.0 CS

```


4.25 Επέκταση H.225 SETUP

Ορισμένες μεταβλητές όπως οι δείκτες επέκτασης είναι προκαθορισμένοι. Άλλα πεδία όπως η μεταβλητή μεταφοράς πληροφορίας, υποδεικνύει τις ανάγκες της σύνδεσης ή ζητήματα εύρους ζώνης. Παρατηρούμε ότι τώρα ότι προστέθηκαν στο πεδίο codecs και δυνατότητες ταχύτητας παρόλο που μπορεί να αλλάξουν καθώς οι ρυθμίσεις σύνδεσης συνεχίζονται. Επίσης η θύρα σηματοδοσίας άλλαξε από 1719 σε 1720.

Κάνοντας collapse την κεφαλίδα Q.931 μπορούμε να επικεντρωθούμε στις πληροφορίες που ανταλλάσσονται μέσω της κεφαλίδας H.225.

```

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.16.23 (192.168.16.23), Dst: 192.168.16.1
Transmission Control Protocol, Src Port: 4296 (4296), Dst Port: h323hostcall (1720)
TPKT, Version: 3, Length: 1367
Q.931
H.225.0 CS
  H323-UserInformation
    h323-uu-pdu
      h323-message-body: setup (0)
        setup
          protocolIdentifier: 0.0.8.2250.0.5 (Version 5)
          sourceInfo
            ...0 .... activeMC: False
            conferenceID: 00000000-0000-1000-0000-0000c0a81017 ← ←
          conferenceGoal: callIndependentSupplementaryService (4)
          callType: pointToPoint (0)
          callIdentifier
          fastStart: 36 items ← ←
            1... .... mediaWaitForConnect: True
            1... .... canOverlapSend: True
            0... .... h245Tunnelling: False ←

```

4.26 H.225 Fast start

Η εικόνα 4.26 παρουσιάζει μερικές σημαντικές λεπτομέρειες, που δείχνουν ότι επιλέχτηκε μία ταυτότητα συνδιάσκεψης (conference ID), Αυτή είναι μία σύνδεση H.225 τύπου faststart, και ο λόγος που το tunneling του H.245 είναι FALSE είναι για τι οι λεπτομέρειες αυτές ανήκουν στο ίδιο πακέτο (576).

Πρωτόκολλο H.245

Χρησιμοποιείται για να περιγράψει τι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και τι θα χρησιμοποιηθεί για τα μέσα. Το H.245 παρέχει τις εξής υπηρεσίες:

Master-slave determination

Αρκετά τερματικά σημεία διαθέτουν την δυνατότητα να αναλάβουν τους ρόλους αφέντη και σκλάβου ταυτόχρονα, που σημαίνει πως μπορεί να αναλάβει αντίστοιχα τους ρόλους ενός ελεγκτή πολυμέσων η ελεγκτή πύλης καθώς εγκαθιστά μία αμφίδρομη σύνδεση. Στην προκειμένη περίπτωση, οι δυνατότητες των δύο συγκρίνονται και ένας αφέντης επιλέγεται για την κλήση.

Ανταλλαγή δυνατοτήτων

Προκειμένου να είναι σίγουρο ότι τα codecs η ρυθμίσεις που είναι κατανοητές και από τις δύο πλευρές θα είναι επιλεγμένες, οι δυνατότητες των τερματικών σημείων έρχονται σε επικοινωνία μεταξύ τους.

Σηματοδοσία λογικού καναλιού

Χρησιμοποιώντας τα μηνύματα OpenLogicalChannel messages (OLC, OLC ACK, and CLC), το H.245 εγκαθιστά τις παραμέτρους που θα χρησιμοποιηθούν για την κωδικοποίηση – αποκωδικοποίηση δεδομένων. Για άλλη μια φορά οί ροές μετάδοσης και λήψης είναι ξεχωριστές, πράγμα που σημαίνει ότι όταν εγκαθίσταται μία σύνδεση δεν σημαίνει ότι ρυθμίζεται αυτόματα και στην άλλη πλευρά. Ο πομπός μπορεί να κλείσει το λογικό κανάλι επίσης μπορεί να δεχτεί αιτήματα από τον δέκτη ώστε διατηρούν την επαφή τους.

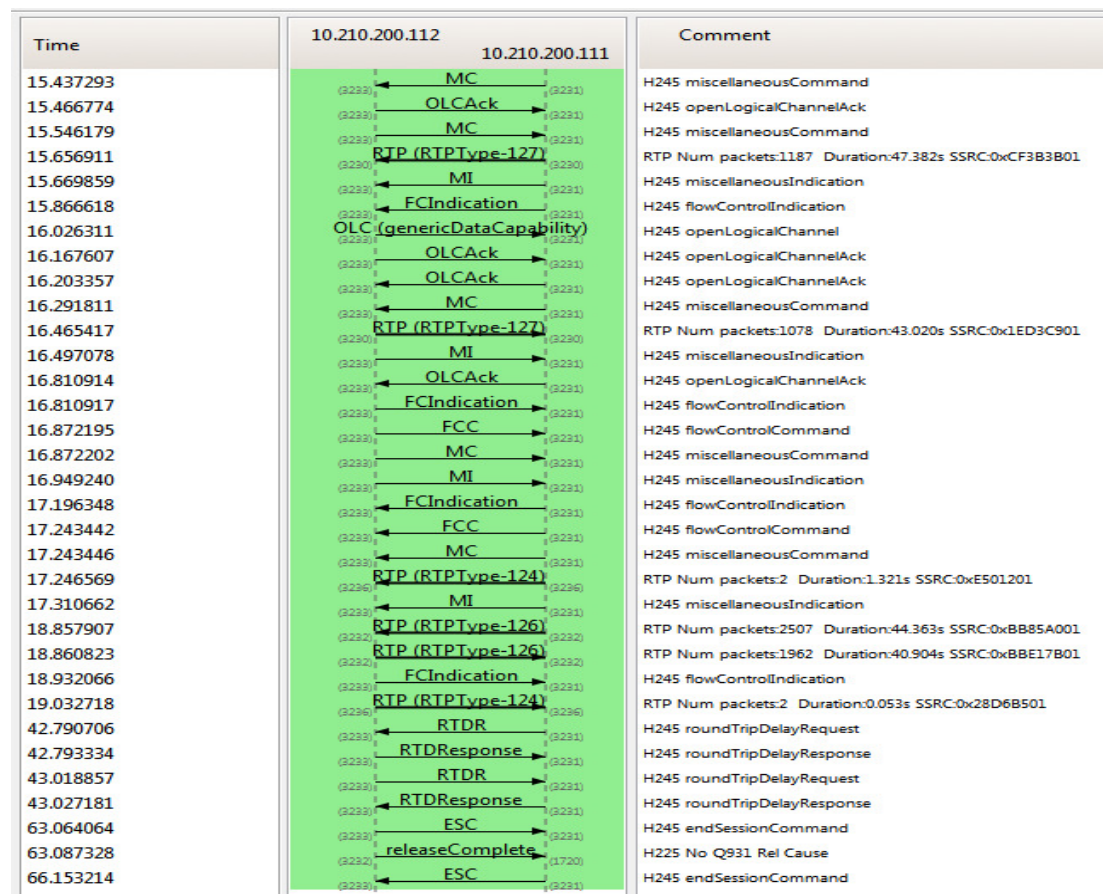
Audiovisual and data-mode request

Όταν γνωστοποιηθούν οι δυνατότητες και επιλεχτεί ο επιθυμητός τρόπος κωδικοποίησης, τότε τα τερματικά σημεία σηματοδοτούν την επιθυμία τους να χρησιμοποιήσουν αυτή τη μέθοδο.

Στην εικόνα 4.27 παρουσιάζεται μία συλλογή μηνυμάτων H.245 από τοπολογία POLYCOM και ένα διάγραμμα ροής πακέτων της ίδιας τοπολογίας παρουσιάζεται στην εικόνα 4.28.

25	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	terminalCapabilitySet
27	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	masterSlaveDetermination
31	10.210.200.111	10.210.200.112	H.245	terminalCapabilitySet
33	10.210.200.111	10.210.200.112	H.245	masterSlaveDetermination
38	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	terminalCapabilitySetAck
39	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	masterSlaveDeterminationAck
41	10.210.200.111	10.210.200.112	H.245	terminalCapabilitySetAck
42	10.210.200.111	10.210.200.112	H.245	masterSlaveDeterminationAck
44	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	openLogicalChannel (generic)
46	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	openLogicalChannel (genericVideoCapability)
48	10.210.200.111	10.210.200.112	H.245	openLogicalChannel (generic)
51	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	openLogicalChannelAck

4.27 Λίστα μηνυμάτων H.245



4.28 Διάγραμμα ροής μηνυμάτων σηματοδότησης H245, RTP και H225 releaseComplete.

Όπως φαίνεται από την λίστα της εικόνας 4.28, το master-slave determination ρέει ανάμεσα στα δύο τερματικά σημεία, τα οποία στο τέλος αποδέχονται την απόφαση μέσω του μηνύματος MasterSlaveSetAck. Η διαδικασία αυτή ξεκινάει με το μήνυμα terminalcapabilityset, επιπλέον το TCP χρησιμοποιείται στο επίπεδο μεταφοράς, στην εικόνα 4.29 εμφανίζεται ένα παράδειγμα μηνύματος terminalcapabilityset.

```

Transmission Control Protocol, Src Port: whisker (3233), Dst Port: vidigo
TPKT, Version: 3, Length: 1086
H.245
  PDU Type: request (0)
    request: terminalCapabilitySet (2)
      terminalCapabilitySet
        sequenceNumber: 1
        protocolIdentifier: 0.0.8.245.0.7 (h245 version 7)
      multiplexCapability: h2250Capability (4)
      capabilityTable: 45 items
      capabilityDescriptors: 1 item

```

4.29 μήνυμα terminal capability set

Στην εικόνα 4.30 εμφανίζεται το μήνυμα master-slave determination

```

Internet Protocol Version 4, Src: 10.210.200.112 (10.210.200.112), Dst: 10.210.200.111
Transmission Control Protocol, Src Port: whisker (3233), Dst Port: vidigo (3231), Seq:
TPKT, Version: 3, Length: 11
H.245
  PDU Type: request (0)
    request: masterSlaveDetermination (1)
      masterSlaveDetermination
        terminalType: 50
        statusDeterminationNumber: 1151465
Internet Protocol Version 4, Src: 10.210.200.111 (10.210.200.111), Dst: 10.210.200.112
Transmission Control Protocol, Src Port: vidigo (3231), Dst Port: whisker (3233), Seq:
TPKT, Version: 3, Length: 11
H.245
  PDU Type: request (0)
    request: masterSlaveDetermination (1)
      masterSlaveDetermination
        terminalType: 50
        statusDeterminationNumber: 10199967

```

4.30 Μήνυμα master – slave determination

Οι κυκλωμένες μεταβλητές χρησιμοποιούνται για την τελική απόφαση. Η μεταβλητή στο πεδίο terminal type κυμαίνεται ανάμεσα στο 0 και 255, η οποία εξαρτάται από την ενότητα. Το πεδίο statusdeterminationnumber είναι ένας τυχαίος αριθμός εύρους από 0 έως (224-1). Το πεδίο terminaltype που διαθέτει την μεγαλύτερη μεταβλητή είναι ο αφέντης. Αν τα ίδια πεδία έχουν ίδια μεταβλητή τότε οι μεταβλητές των πεδίων statusdeterminationnumber συγκρίνονται με την πράξη modulo.

Στο σημείο αυτό φτάνουμε στα μηνύματα που αποδέχονται την απόφαση αυτή, η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει τα τελικά αποτελέσματα:

```

Internet Protocol Version 4, Src: 10.210.200.112 (10.210.200.112), Dst: 10.210.200.111
Transmission Control Protocol, Src Port: whisker (3233), Dst Port: vidigo (3231), Seq:
TPKT, Version: 3, Length: 6
H.245
  PDU Type: response (1)
    response: masterSlaveDeterminationAck (1)
      masterSlaveDeterminationAck
        decision: master (0)
        master: NULL
Internet Protocol Version 4, Src: 10.210.200.111 (10.210.200.111), Dst: 10.210.200.112
Transmission Control Protocol, Src Port: vidigo (3231), Dst Port: whisker (3233), Seq:
TPKT, Version: 3, Length: 6
H.245
  PDU Type: response (1)
    response: masterSlaveDeterminationAck (1)
      masterSlaveDeterminationAck
        decision: slave (1)
        slave: NULL

```


4.31 Master-slave determination ACK

Το τερματικό σημείο με την IP διεύθυνση 10.210.200.112 έγινε ο αφέντης. Όταν η διαδικασία αυτή ολοκληρωθεί, οι παράμετροι της συνόδου συζητιούνται μέσω των μηνυμάτων OpenLogicalChannel και OpenLogicalChannelACK.

```

Internet Protocol Version 4, Src: 10.210.200.112 (10.210.200.112), Dst: 10.210.200.111
Transmission Control Protocol, Src Port: whisker (3233), Dst Port: vidigo (3231), Seq:
TPKT, Version: 3, Length: 62
H.245
  PDU Type: request (0)
    request: openLogicalChannel (3)
      openLogicalChannel
        forwardLogicalChannelNumber: 2
        forwardLogicalChannelParameters
          dataType: h235Media (7)
          multiplexParameters: h2250LogicalChannelParameters (3)
            h2250LogicalChannelParameters
              sessionID: 1
              mediaControlChannel: unicastAddress (0)
                unicastAddress: ipAddress (0)
                  ipAddress
                    network: 10.210.200.112 (10.210.200.112)
                    tsapIdentifier: 3231
                    dynamicRTPPayloadType: 127

```



4.31 Το εικονιζόμενο πακέτο παρέχει υποδείξεις των απαραίτητων παραμέτρων που χρειάζονται προκειμένου να υπάρξει κατανόηση μεταξύ των δύο τερματικών σημείων.

Δεδομένα φωνής

Η συμπεριφορά του RTP στην τοπολογία αυτή είναι διαφορετική, πχ: στην περίπτωση μίας SIP τοπολογίας το RTP χρησιμοποιείται μόνο για την ομιλία του χρήστη.

Στην περίπτωση του H.323 όλοι οι ήχοι παράγονται από την ροή RTP ακόμη και οι κωδωνισμοί του τηλεφώνου.

Τερματισμός

Το τελευταίο στάδιο οποιασδήποτε τηλεφωνικής κλήσης είναι το κλείσιμο του τηλεφώνου. Στην αρχή μίας κλήσης ο διαχειριστής της κλήσης και πιθανόν το άλλο τερματικό σημείο έρχονται σε επαφή, στη συνέχεια η σύνοδος πολυμέσων πρέπει να εγκαθιδρυθεί. Τις λειτουργίες αυτές τις αναλαμβάνουν τα μηνύματα τύπου H.255 και H.245. Την διάρκεια της διαδικασίας τερματισμού η σύνοδος κλείνει μέσω των H.245 μηνυμάτων και στη συνέχεια η κλήση τερματίζεται με τα μηνύματα H.225.

6946	10.210.200.112	10.210.200.111	H.245	endSessionCommand
6950	10.210.200.112	10.210.200.111	H.225.0	CS: releaseComplete
6978	10.210.200.111	10.210.200.112	H.245	endSessionCommand

4.32 Μικρή λίστα πακέτων που συμμετείχαν στη διαδικασία τερματισμού, end session command, και release complete που ανακοινώνουν το κλείσιμο των καναλιών H.245 και H.225 αντίστοιχα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

H.323 vs SIP

Τα πρωτόκολλα SIP και H.323 έχουν σχεδιαστεί με σκοπό τον έλεγχο συνόδου και τις λειτουργίες σηματοδότησης σε μία κατανεμημένη αρχιτεκτονική ελέγχου κλήσεων. Τα SIP και H.323 αξιοποιούνται καλύτερα σε πιο έξυπνα τηλέφωνα και άλλα υλικά. Παρ' όλο που τα SIP μηνύματα δεν είναι απευθείας συμβατά με μηνύματα τύπου H.323, και τα δύο πρωτόκολλα μπορούν να συνυπάρξουν μέσα στο ίδιο δίκτυο τηλεφωνίας πακέτων αν και εφόσον υπάρχει κάποια συσκευή ή λογισμικό που τα υποστηρίζει.

Για παράδειγμα ένας call agent μπορεί να χρησιμοποιήσει το H.323 ώστε να έρθει σε επαφή με τις πύλες και μετά να χρησιμοποιήσει το SIP για τη σηματοδότηση. Στη συνέχεια αφού η σύνδεση έχει εγκατασταθεί, οι πληροφορίες κινούνται με τη βοήθεια του πρωτοκόλλου RTP ενώ κάθε RTP πακέτο συνοδεύεται από ένα πακέτο RTCP.

Aspect	SIP	H.323
Clients	Intelligent	Intelligent
Network intelligence and services	Provided by servers (Proxy, Redirect, Registrar)	Provided by gatekeepers
Model used	Internet/WWW	Telephony/Q.SIG
Signaling protocol	UDP or TCP	TCP (UDP is optional in version 3)
Media Protocol	RTP/RTCP	RTP/RTCP
Code basis	ASCII	Binary (ASN.1 encoding)
Other protocols used	IETF/IP protocols, such as SDP, HTTP, IPmc, and MIME	ITU / ISDN protocols, such as H.225, H.245, and H.450
Vendor interoperability	Widespread	Widespread

Προκειμένου να παρέχονται χρήσιμες υπηρεσίες, η τηλεφωνία πάνω από το διαδίκτυο απαιτεί μια σειρά από πρωτόκολλα για τον λόγο της εγκαθίδρυσης σύνδεσης, ανταλλαγές δυνατοτήτων και έλεγχο διασκέψεων. Τα βασικά πρωτόκολλα που ικανοποιούν τις ανάγκες αυτές. Το ένα είναι το H.323 της ITU-T και το άλλο είναι το SIP της IETF τα οποία αναλύθηκαν στα προηγούμενα δύο κεφάλαια. Στο κεφάλαιο αυτό θα συγκρίνουμε τα δύο αυτά πρωτόκολλα με βάση την πολυπλοκότητα τους, την επεκτασιμότητα τους την προσβασιμότητα τους και τις υπηρεσίες που προσφέρουν.

H.323 vs. SIP αναλυτική σύγκριση.

Η σειρά προτάσεων ITU H.323 καθορίζει τα πρωτόκολλα και τις απαιτούμενες διαδικασίες για επικοινωνίες πολυμέσων στο διαδίκτυο μεταξύ άλλων. Το H.323 συμπεριλαμβάνει τα H.245 για τον έλεγχο, το H.225 για την εγκαθίδρυση σύνδεσης, H.323 για μεγάλες συνδιασκέψεις, H.450.1(2,3,4,5) για συμπληρωματικές υπηρεσίες όπως λειτουργίες αναμονής, H.235 για την ασφάλεια και τέλος το H.246 για λόγους διαλειτουργικότητας με υπηρεσίες μεταγωγής κυκλώματος.

Μεγάλο μέρος του H.323 βασίζεται στα πρωτόκολλα πολυμέσων της ITU τα οποία είναι οι προκάτοχοί του στους οποίους συμπεριλαμβάνονται το H.320 για το ISDN, το H.321 για το B-ISDN και το H.324 για τερματικά GSTN. Οι μηχανισμοί κωδικοποίησης, τα πεδία πρωτοκόλλων και οι βασικές λειτουργίες είναι απλοποιημένες εκδοχές του πρωτόκολλου σηματοδοσίας Q.931 της ISDN.

Από την άλλη πλευρά, το SIP προσεγγίζει διαφορετικά την σηματοδοσία διαδικτυακής τηλεφωνίας επαναχρησιμοποιώντας αρκετά από τα πεδία κεφαλίδας, κανόνες κωδικοποίησης, σφάλματα και μηχανισμούς πιστοποίησης που συναντάμε στο πρωτόκολλο HTTP.

Και στις δύο περιπτώσεις, τα δεδομένα πολυμέσων ανταλλάσσονται μέσω του RTP, αυτό σημαίνει ότι η επιλογή πρωτοκόλλου δεν επηρεάζει την ποιότητα των υπηρεσιών ενώ κάθε RTP πακέτο συνοδεύεται προαιρετικά αναλόγως την τοπολογία με ένα πακέτο RTCP το καθένα για τον έλεγχο κατάστασης των μεταδιδόμενων πακέτων .

ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ

Το H.323 είναι αρκετά πολύπλοκο πρωτόκολλο. Οι συνολικές δυνατότητες που υποστηρίζει περιγράφονται σε 736 σελίδες. Το SIP από την άλλη σε συνδυασμό με τις επεκτάσεις ελέγχου κλήσεων και τα πρωτόκολλα περιγραφής συνόδου SDP είναι 128 σελίδες. Το H.323 καθορίζει εκατοντάδες στοιχεία ενώ το SIP διαθέτει μόνο 37 κεφαλίδες. Η εκτέλεση μίας βασικής, αλλά διαλειτουργικής SIP διαδικτυακής τηλεφωνίας μπορεί να πραγματοποιηθεί με πέντε κεφαλίδες (To, From, Call-ID, CSeq και via) και τρεις τύπους αιτημάτων (INVITE, ACK και BYE) επίσης μοιάζουν πολύ με τα μηνύματα σηματοδοσίας του HTTP.

Το H.323 αναπαριστά τα μηνύματα του με δυαδικό τρόπο τα οποία είναι βασισμένα στο ASN.1. Το SIP κωδικοποιεί τα μηνύματα του ως κείμενο όμοιο με το HTTP καθιστώντας την ανάγνωση των μηνυμάτων αυτών εύκολη από ανθρώπους.

Άλλη μία αιτία της πολυπλοκότητας του H.323 είναι η χρήση ορισμένων πρωτοκόλλων του από τα οποία συνθέτεται. Δεν υπάρχει ξεκάθαρος διαχωρισμός μεταξύ των πρωτοκόλλων αυτών, αρκετές υπηρεσίες πρέπει να έχουν μία διαδραστικότητα με τα πρωτόκολλα αυτά πχ: η λειτουργία προώθησης κλήσεων απαιτεί τα πρωτόκολλα H.450, H.225.0 και H.245. Η χρησιμοποίηση ορισμένων διαφορετικών πρωτοκόλλων περιπλέκει επίσης την μεταφορά μέσα στα firewalls. Τα firewalls θα πρέπει να λειτουργήσουν ως proxies επιπέδου εφαρμογών, αναλύοντας ολόκληρο το μήνυμα προκειμένου αυτό να φτάσει στα απαιτούμενα πεδία του. Η λειτουργία αυτή παραμένει στάσιμη μίας και ορισμένα μηνύματα αναμειγνύονται στην εγκαθίδρυση κλήσεων(call setup). Το SIP από την άλλη διευκολύνει την κατάσταση χρησιμοποιώντας έναν αριθμό αιτημάτων τα οποία διαθέτουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες.

Το H.323 παρέχει επίσης μια σειρά επιλογών και μεθόδων για μία μόνο εργασία. Για παράδειγμα υπάρχουν τρεις ξεχωριστοί τρόποι όπου τα H.245 και H.225.0 μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί: η αρχική προσέγγιση της πρώτης έκδοσης του H.323 των διαχωρισμένων συνδέσεων, το tunneling του H.245 μέσα στο H.225.0 στη δεύτερη έκδοση του H.323, και το FastStart, επίσης στη δεύτερη έκδοση του H.323.

Αρχική προσέγγιση

Στην περίπτωση αυτή πρώτα εγκαθιδρύεται το κανάλι κλήσης σηματοδοσίας H.225 στη συνέχεια εγκαθίσταται το κανάλι ελέγχου H.245 και στο τέλος τα κανάλια των μέσων ανοίγουν.

Το FastStart περιλαμβάνει τις πληροφορίες καναλιού που σχετίζονται με την αρχική κλήση, αποφεύγοντας έτσι την ανάγκη να ανοίξει το κανάλι H.323

Tunneling

Στη περίπτωση αυτή το κανάλι H.245 χρησιμοποιείται ακόμα αλλά τα μηνύματα του μεταφέρονται πάνω από το κανάλι σηματοδοσίας κλήσης H.225.

Παρ' όλο που το FastStart είναι πιο αποδοτικό, το H.323 επιτρέπει οποιαδήποτε από τις τρεις προσεγγίσεις με αποτέλεσμα τα τελικά συστήματα, οι πύλες, οι gatekeepers και τα firewalls πρέπει να τα υποστηρίξουν όλα.

Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό της πολυπλοκότητας του H.323 είναι ότι ορισμένες από τις λειτουργίες του βρίσκονται και σε άλλα τμήματα του πρωτοκόλλου. Συγκεκριμένα, το H.323 χρησιμοποιεί και το RTP και το RTCP. Το RTCP σχεδιάστηκε με σκοπό την παροχή λειτουργιών ελέγχου ανατροφοδότησης(feedback), συνδιάσκεψης, Qos και έλεγχο συμφόρησης υποστηρίζοντας από διμελές συνδιασκέψεις έως και broadcast συνόδους χιλιάδων μελών . Το H.245 από την άλλη παρέχει τους δικούς του μηχανισμούς για έλεγχο ανατροφοδότησης και απλό έλεγχο συνδιάσκεψης όπως για παράδειγμα η απόκτηση μιας λίστας με τους συμμετέχοντες της συνδιάσκεψης. Αυτοί οι μηχανισμοί του H.245 είναι περιττοί και έχουν σχεδιαστεί μόνο για μικρού και μεσαίου μεγέθους συνδιαλέξεις.

ΕΠΕΚΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ

Η τηλεφωνία αποτελεί τρομερά δημοφιλή και σημαντική υπηρεσία, και η διαδικτυακή τηλεφωνία αναπτύχθηκε με σκοπό την αντικατάσταση της ήδη υπάρχουσας υποδομής κυκλωμάτων που αναπτύχθηκε για την υποστήριξη τους. Όπως και με κάθε ευρείας χρήσης υπηρεσία, τα χαρακτηριστικά τα οποία παρέχονται εξελίσσονται διαρκώς καθώς αναπτύσσονται νέες εφαρμογές. Αυτό καθιστά την συμβατότητα μεταξύ εκδόσεων ως ένα περίπλοκο ζήτημα. Αφού το internet είναι μια ανοιχτή, διανεμημένη και εξελισσόμενη οντότητα, η ευρεία διάδοση των IP πρωτοκόλλων είναι αναμενόμενη. Αυτό οδηγεί στην δημιουργία ισχυρών μηχανισμών επεκτάσεων από εξωγενείς παράγοντες.

Το πρωτόκολλο SIP είναι εμπνευσμένο από τα πρωτόκολλα HTTP και SMTP, τα δυο αυτά πρωτόκολλα είναι ευρείας χρήσης τα οποία εξελίσσονται διαρκώς και ενσωματώνουν μία πλούσια σειρά λειτουργιών επεκτασιμότητας και συμβατότητας. Εξ' αρχής, άγνωστες κεφαλίδες και μεταβλητές αγνοούνται. Χρησιμοποιώντας την κεφαλίδα Require, οι πελάτες μπορούν να δείξουν τα κατονομασμένα χαρακτηριστικά που ο εξυπηρετητής πρέπει να καταλάβει. Όταν κάποιο αίτημα φτάσει στον εξυπηρετητή, ο εξυπηρετητής ελέγχει την

λίστα των κατονομασμένων χαρακτηριστικών στην κεφαλίδα Requires. Αν οποιοδήποτε από αυτά τα χαρακτηριστικά δεν είναι υποστηριζόμενο, ο εξυπηρετητής επιστρέφει ένα κωδικό σφάλματος και βάζει σε λίστα τα χαρακτηριστικά που καταλαβαίνει. Τότε ο πελάτης μπορεί να αποφασίσει ποιο χαρακτηριστικό είναι προβληματικό και να επιστρέψει σε μία πιο απλοποιημένη λειτουργία.

Για την βελτίωση της επεκτασιμότητας, οι αριθμητικοί κωδικοί κατάστασης είναι ιεραρχικά οργανωμένοι, όπως και με το HTTP. Υπάρχουν έξι βασικές κλάσεις και η καθεμία αναγνωρίζεται από τα εκατοστά ψηφία στον κώδικα απάντησης. Η βασική λειτουργία του πρωτοκόλλου καθορίζεται αποκλειστικά από την κλάση και τα τερματικά το μόνο που πρέπει να καταλάβουν είναι η κλάση της απάντησης. Τα άλλα ψηφία παρέχουν επιπλέον πληροφορίες που συνήθως είναι χρήσιμες αλλά όχι απαραίτητες. Αυτό επιτρέπει την προσθήκη επιπλέον χαρακτηριστικών καθορίζοντας τη σημασία των κωδικών σφάλματος μέσα σε μία κλάση, ενώ κατορθώνουν συμβατότητα.

Η κωδικοποίηση των κειμένων σημαίνει ότι τα πεδία κεφαλίδας περιγράφονται από μόνα τους. Μπορεί εύκολα να καταλάβει κάποιος τι σημαίνουν τα πεδία To, From και Subject. Καθώς προσθέτονται καινούρια πεδία κεφαλίδας σε διάφορες ξεχωριστές υλοποιήσεις, οι κατασκευαστές που ανήκουν σε άλλες εταιρίες μπορούν να αποφασίσουν ποια θα είναι η χρήση τους κρίνοντας από το όνομα των κεφαλίδων, και στη συνέχεια να προσθέσουν υποστήριξη για το πεδίο. Αυτού του είδους διανεμημένη χωρίς έγγραφα τυποποίηση υπήρξε αρκετά κοινότυπη στο πρωτόκολλο SMTP(Simple Mail Transfer Protocol) το οποίο εξελίχθηκε σημαντικά μέσα στα χρόνια. Λαμβάνοντας υπ όψη τις ομοιότητες του SIP με το HTTP, οι μηχανισμοί που αναπτύσσονται για την επέκταση του HTTP μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στο SIP. Ανάμεσα σε αυτούς τους μηχανισμούς βρίσκεται το πρωτόκολλο PEP(Protocol Extensions Protocol) το οποίο περιλαμβάνει δείκτες προς τα έγγραφα για διάφορα χαρακτηριστικά που βρίσκονται μέσα στα ίδια HTTP μηνύματα. Στα αρνητικά της επεκτασιμότητας του SIP είναι η περιορισμένη συμβατότητα του με παλιότερες εκδόσεις του, αυτό συμβαίνει για λόγους εξοικονόμησης κώδικα και για να μειωθεί η πολυπλοκότητα του δικτύου.

Το πρωτόκολλο H.323 παρέχει και αυτό μηχανισμούς επεκτασιμότητας. Αυτοί είναι σε γενικές γραμμές πεδία nonstandardParam τα οποία βρίσκονται τοποθετημένα σε διάφορες τοποθεσίες μέσα στο ASN.1. Οι παράμετροι αυτοί περιλαμβάνουν έναν κώδικα κατασκευαστή, ακολουθούμενη από μία μεταβλητή η οποία έχει νόημα μόνο για τον συγκεκριμένο κατασκευαστή. Αυτό επιτρέπει διαφορετικούς κατασκευαστές να αναπτύξουν τις δικές τους επεκτάσεις. Παρ' όλα αυτά όμως υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί. Πρώτον οι επεκτάσεις περιορίζονται μόνο στα μέρη όπου μία μη-τυποποιημένη παράμετρος έχει προστεθεί. Αν κάποιος κατασκευαστής θελήσει να προσθέσει μια καινούρια μεταβλητή σε μία ήδη υπάρχουσα παράμετρο, και δεν υπάρχει μέρος για να τοποθετηθεί κάποιο μη τυποποιημένο στοιχείο, τότε η μεταβλητή δεν μπορεί να προστεθεί. Δεύτερον, το H.323 δεν διαθέτει μηχανισμούς που επιτρέπουν στα τερματικά την ανταλλαγή πληροφοριών που αφορούν τις υποστηριζόμενες επεκτάσεις του κάθε τερματικού. Το γεγονός ότι οι μεταβλητές αυτές βρίσκονται σε μη-τυποποιημένους παραμέτρους που δεν περιγράφονται αυτόματα περιορίζει την διαλειτουργικότητα μεταξύ των τερματικών με διαφορετικό κατασκευαστή το καθένα.

Επιπλέον το H.323 απαιτεί πλήρη συμβατότητα με τις προηγούμενες εκδόσεις του και με τις μεταγενέστερες. Με την αύξηση των χαρακτηριστικών, το μέγεθος των κωδικοποιήσεων θα αυξηθεί. Όμως το SIP επιτρέπει τις παλιότερες κεφαλίδες και χαρακτηριστικά να

εξαφανίζονται σταδιακά αφού δεν χρειάζονται πλέον, διατηρώντας το πρωτόκολλο και την κωδικοποίηση του καθαρή και συνεπή.

Άλλο ένα σημαντικό ζήτημα όσον αφορά την επεκτασιμότητα είναι οι κωδικοποιητές ήχου και βίντεο. Υπάρχουν εκατοντάδες κωδικοποιητές που έχουν αναπτυχθεί, και πολλοί από αυτούς είναι κατελιημμένοι. Το SIP χρησιμοποιεί το SDP(Session Description Protocol) για να μεταφέρει πληροφορίες που αφορούν τους κωδικοποιητές που υποστηρίζονται από έναν τελικό χρήστη την διάρκεια μίας συνόδου. Τα codecs αναγνωρίζονται από ονόματα χαρακτήρων, τα οποία μπορούν να εγγραφούν από οποιοδήποτε άτομο η ομάδα με το IANA (internet assigned numbers authority), και στη συνέχεια χρησιμοποιούνται. Αυτό σημαίνει ότι το SIP μπορεί να δουλέψει με οποιοδήποτε codec, και οι άλλες εκτελέσεις μπορούν να καθορίσουν το όνομα του codec, και μέσω του IANA να μάθουν πληροφορίες γι' αυτό.

Στο H.323 κάθε codec θα πρέπει να εγγραφεί κεντρικά και να τυποποιηθεί. Αυτή τη στιγμή μόνο τα codecs που αναπτύσσονται από την ITU διαθέτουν coderepoints. Αφού πολλά από αυτά διαθέτουν σημαντικά πνευματικά δικαιώματα, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει για παράδειγμα ελεύθερο sub-28.8 kb/s codec, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα σύστημα βασισμένο στο H.323. Αυτό παρουσιάζει ένα σημαντικό εμπόδιο προς την προσθήκη μικρότερων ομάδων και πανεπιστημίων, όμως λόγω των ITU ριζών είναι συμβατό με όλα τα codecs.

Επιπλέον, το SIP επιτρέπει καινούργιες υπηρεσίες να καθοριστούν μέσα από τρίτους ισχυρούς μηχανισμούς ελέγχου κλήσης. Οι μηχανισμοί αυτοί επιτρέπουν σε τρίτους να δώσουν οδηγίες σε μία άλλη οντότητα για να δημιουργήσει και να τερματίσει κλήσεις προς σε άλλες οντότητες. Καθώς η ελεγχόμενη ομάδα εκτελεί τις οδηγίες, τα μηνύματα κατάστασης επιστρέφουν πίσω στον ελεγκτή. Αυτό επιτρέπει στον ελεγκτή να δράσει περαιτέρω βασιζόμενος σε κάποια τοπική εκτέλεση προγράμματος.

Το SIP επιτρέπει σε αυτές τις υπηρεσίες να αναπτυχθούν βασίζοντας τις σε απλούς τυποποιημένους μηχανισμούς οι οποίοι μηχανισμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή μιας μεγάλης ποικιλίας υπηρεσιών όπως blind transfer, operator assisted transfer, three-party calling, bridged calling, dial-in bridging, multi-unicast to multicast transitions, ad-hoc bridge invitation and transition και διάφορους άλλους τρόπους προώθησης.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΕΠΕΚΤΑΣΕΩΝ

Το PSTN και το internet internetworking group στο IETF καθορίζει μία απλή SIP προέκταση για υπηρεσίες click-to-call. Στο σενάριο αυτό, ένας χρήστης που βρίσκεται σε μία ιστοσελίδα πατάει ένα κουμπί και μια οντότητα PSTN συνδέει το τηλέφωνο του πελάτη σε κάποια υπηρεσία. Για να συμβεί αυτό απαιτείται ένα πρωτόκολλο ελέγχου ανάμεσα στον εξυπηρετητή ιστού και στην συσκευή PSTN. Το πρωτόκολλο το οποίο χρησιμοποιείται είναι το SIP.

Το H.323 παρέχει μερικούς όμοιους μηχανισμούς. Το μήνυμα FACILITY επιτρέπει στον καλούμενο να επικοινωνήσει απευθείας με τον επισκέπτη για να έρθει σε επαφή με μία διαφορετική ομάδα. Άλλο είδος μηνύματος είναι το CommunicationModeCommand του H.245, το οποίο επιτρέπει στον MC(multipoint controller) να αλλάξει τις κωδικοποιήσεις των μέσων για μία συνδιάσκεψη για τους διάφορους συμμετέχοντες. Το πρώτο είναι

περιορισμένου έλεγχου και το δεύτερο μπορεί να εκτελεστεί μόνο από το MC για την πραγματοποίηση της κλήσης. Κανένα από τα δύο πρωτόκολλα δεν παρέχει τυποποιημένους μηχανισμούς έλεγχου τρίτων που είναι απαραίτητα για της πολύπλοκες κτηριακές υπηρεσίες.

ΑΛΛΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΕΚΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Άλλο ένα στοιχείο επεκτασιμότητας είναι η σπονδυλότητα της. Η διαδικτυακή τηλεφωνία απαιτεί έναν μεγάλο αριθμό διαφορετικών λειτουργιών στις οποίες λειτουργίες συμπεριλαμβάνονται η βασική σηματοδότηση, έλεγχος συνδιάσκεψης, quality of service, κτλ. Αυτό που είναι σίγουρο είναι ότι οι μηχανισμοί που πραγματοποιούν τις παραπάνω λειτουργίες θα εξελίσσονται διαρκώς, ιδίως στην περίπτωση του QoS. Αυτό οδηγεί στο να κατανεμηθούν σε ξεχωριστά εξαρτήματα που θα εναλλάσσονται διαρκώς. Επίσης σημαντικό είναι η χρήση ξεχωριστών γενικού σκοπού πρωτοκόλλων για κάθε μια λειτουργία. Αυτό επιτρέπει στην υπηρεσία να διπλασιαστεί με ευκολία πάνω σε άλλες εφαρμογές. Για παράδειγμα είναι πολύ πιο αποδοτικό να έχουμε μόνο μία εφαρμογή QoS η οποία δεν εξαρτάται από τις εφαρμογές από την εφεύρεση ενός καινούριου QoS πρωτοκόλλου η μηχανισμού για κάθε ξεχωριστή εφαρμογή.

Το πρωτόκολλο SIP είναι σπονδυλωτό. Περικλείεται από δυνατότητες βασικής σηματοδότησης, εύρεσης τοποθεσίας χρηστών, και εγγραφή.

Το H.323 από την άλλη είναι λιγότερο σπονδυλωτό. Καθορίζει μία κάθετη ενσωματωμένη σειρά πρωτοκόλλων για μία μόνο εφαρμογή. Οι υπηρεσίες που παρέχονται από τα εξαρτήματα του H.323 περικλείουν ανταλλαγές δυνατοτήτων, έλεγχο συνδιάσκεψης, λειτουργίες συντήρησης, βασική σηματοδότηση, quality of service, εγγραφή και ανακάλυψη υπηρεσιών. Επιπλέον τα παραπάνω είναι συνυφασμένα με τα διάφορα υπό-πρωτόκολλα που συνθέτουν το H.323.

Η σπονδυλότητα του SIP επιτρέπει τη συνεργασία του με το H.323. Ένας χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει το SIP για να βρει την τοποθεσία ενός άλλου χρήστη, εκμεταλλευόμενος τις πλούσιες multi-hop εγκαταστάσεις αναζήτησης. Όταν βρεθεί η τοποθεσία του χρήστη, τότε οι εγκαταστάσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν μια απάντηση ανακατεύθυνσης σε κάποιο URL βασισμένο στο H.323, αυτό δείχνει ότι η επικοινωνία θα διεξαχθεί από το H.323.

ΚΛΙΜΑΚΩΣΗ

Το H.323 αρχικά σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιηθεί πάνω σε ένα τοπικό δίκτυο και ζητήματα που αφορούν την διευθυνσιοδότηση ευρείας περιοχής και τοποθεσία χρήστη δεν υπήρχαν τότε. Η καινούρια έκδοση καθορίζει την έννοια μίας ζώνης και καθορίζει διαδικασίες για την τοποθεσία χρήστη μέσα στις ζώνες για ονόματα email. Όμως όσον άφορα τους μεγάλους αριθμούς διευθύνσεων και τις πολύπλοκες λειτουργίες τοποθεσιών, το H.323 αντιμετωπίζει προβλήματα κλιμάκωσης αυτό για τι δεν παρέχει κάποιον εύκολο τρόπο για loop detection σε πολύπλοκες αναζητήσεις πολλαπλών διευθύνσεων, οι οποίες στην περίπτωση αυτή γίνονται στατικά αποθηκεύοντας μηνύματα. Το SIP όμως χρησιμοποιεί έναν loop detection αλγόριθμο που εκτελείται μη-στατικά.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΤΩΝ

Σε ένα σύστημα τύπου H.323, και οι τηλεφωνικές πύλες και οι ελεγκτές πυλών είναι προαπαιτούμενα για τον χειρισμό κλήσεων που προέρχονται από μεγάλο αριθμό χρηστών. Το ίδιο ισχύει για τους εξυπηρετητές και τις πύλες του SIP. Όσον αφορά τους μεγάλους

παρόχους backbone IP τηλεφωνίας, ο αριθμός των κλήσεων που τους διαχειρίζεται ένας μεγάλος εξυπηρετητής είναι σημαντικός. Στο πρωτόκολλο SIP, μία συναλλαγή μεταξύ ορισμένων εξυπηρετητών και πυλών μπορεί να είναι στάσιμη ή ασταθής. Στην περίπτωση αστάθειας, ένας εξυπηρετητής λαμβάνει ένα call request, πραγματοποιεί κάποια λειτουργία, προωθεί το αίτημα και μετά το ξεχνάει εντελώς. Η κατάσταση των SIP μηνυμάτων είναι επαρκής ώστε να επιτραπεί η σωστή προώθηση της απάντησης. Επιπλέον, το SIP μπορεί να μεταφερθεί είτε στο TCP είτε στο UDP. Στην περίπτωση του UDP δεν απαιτείται κατάσταση σύνδεσης. Αυτό σημαίνει ότι οι μεγάλοι backbone εξυπηρετητές μπορούν να βασίζονται στο UDP και να λειτουργούν με ασταθή τρόπο, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τις απαιτήσεις μνήμης και βελτιώνοντας την κλιμάκωση.

Το H.323 από την άλλη πλευρά, απαιτεί από τους ελεγκτές πύλης να είναι στάσιμοι. Θα πρέπει να διατηρήσουν μία κατάσταση κλήσης για όλη την διάρκεια που μία κλήση λαμβάνει μέρος. Επιπλέον οι συνδέσεις είναι βασισμένες στο TCP, που σημαίνει ότι ένας ελεγκτής θα πρέπει να κρατήσει τις TCP συνδέσεις σε όλη την διάρκεια της κλήσης πράγμα που μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα κλιμάκωσης σε μεγάλους ελεγκτές πυλών. Κάθε πύλη και κάθε ελεγκτής πύλης θα πρέπει να επεξεργαστεί τα μηνύματα σηματοδότησης για κάθε κλήση, όσο πιο απλή είναι ή σηματοδότηση τόσο πιο γρήγορα θα επεξεργαστεί και οι πύλες/ ελεγκτές πυλών θα μπορούν να υποστηρίξουν περισσότερες κλήσεις. Από άποψη απλότητας και αποδοτικότητας το SIP είναι πολύ πιο αποτελεσματικό σε αυτά τα προβλήματα.

ΜΕΓΕΘΗ ΣΥΝΔΙΑΣΚΕΨΕΩΝ

Το H.323 υποστηρίζει πολλαπλών μελών συνδιασκέψεις με διανομή multicast δεδομένων. Άλλα για την επεξεργασία της σηματοδότησης απαιτείται το MC(Multipoint Control), ακόμα και για τις ολιγομελές συνδιασκέψεις. Στο σημείο αυτό αρχίζουν να παρουσιάζονται και οι δυσκολίες: Πρώτον αν ο χρήστης που παρέχει το MC αποχωρίσει από την συνδιάσκεψη και μετά κλείσει την εφαρμογή τότε τερματίζεται ολόκληρη η συνδιάσκεψη. Επιπλέον αφού το MC και οι ελεγκτές πύλης είναι προαιρετικά, θα υπάρξουν ορισμένες περιπτώσεις που το H.323 δεν θα μπορέσει να υποστηρίξει τριμελές συνδιασκέψεις. Το MC είναι bottleneck για μεγάλες συνδιασκέψεις. Για να ελαττωθεί το πρόβλημα αυτό η τελευταία έκδοση του H.323 καθόρισε την έννοια των cascaded MC's, επιτρέποντας πολύ περιορισμένα δέντρα διανομής multicast επιπέδου εφαρμογής στον έλεγχο μηνυμάτων. Αυτό βελτιώνει κάπως την κλιμάκωση, όμως αυτό ισχύει για πολύ μεγάλες συνδιασκέψεις το H.323 καθορίζει επιπλέον διαδικασίες δηλαδή υπάρχουν τρεις ξεχωριστοί μηχανισμοί που υποστηρίζουν συνδιασκέψεις διαφορετικών μεγεθών. Το SIP κλιμακώνεται σε όλα τα μεγέθη συνδιασκέψεων. Δεν χρειάζεται κάποιο MC και ο συντονισμός συνδιασκέψεων διανέμεται πλήρως, βελτιώνοντας με αυτό τον τρόπο την κλιμάκωση και την πολυπλοκότητα. Είναι επίσης συμβατό με UDP και TCP, το SIP υποστηρίζει multicast σηματοδότηση, επιτρέποντας ένα πρωτόκολλο με κλίμακα συνόδων από δυο μελή έως εκατομμύρια.

ΑΝΑΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ

Το H.245 καθορίζει διαδικασίες που επιτρέπουν στους παραλήπτες να ελέγξουν κωδικοποιήσεις των μέσων, ρυθμούς μετάδοσης, και ανάκτηση σφάλματος. Αυτού το είδους η ανατροφοδότηση έχει λογική να συμβαίνει σε σενάρια σημείο σε σημείο αλλά σταματά τη λειτουργία της σε συνδιασκέψεις πολλαπλών σημείων. Το SIP σε αυτή την περίπτωση βασίζεται στο πρωτόκολλο RTCP για την παροχή ανατροφοδότησης της ποιότητας κρατήσεων, επίσης αποκτάει μια λίστα μελών. Ομοίως με το SIP το RTCP λειτουργεί με πλήρως διανεμημένο τρόπο. Οι ανατροφοδοτήσεις που παρέχει αυτομάτως

από συνδιασκέψεις σημείου σε σημείο με δυο μελή έως και μεγάλα broadcast τύπου συνδιαλέξεις με εκατομμύρια συμμετέχοντες.

Στην εικόνα 5.1 παρουσιάζεται μια στήλη που συγκρίνει τις δυνατότητες έλεγχου κλήσης των SIP και H.323.

Feature	SIP	H.323
Blind transfer	Yes	Yes
Operator assisted transfer	Yes	Yes
Hold	Yes	Yes
Multicast Conferences	Yes	Yes
Multi-unicast Conferences	Yes	Yes
Bridged Conferences	Yes	Yes
Forward	Yes	Yes
Call Park	Yes	Yes
Directed Call Pickup	Yes	Yes

5.1 Από τη σύλληψη της ιδέας των πρωτοκόλλων αυτών μέχρι σήμερα έχουν αλλάξει πολλά ως προς τις δυνατότητες των πρωτοκόλλων αυτών η παραπάνω λίστα δημοσιεύθηκε το 2014

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Οι υπηρεσίες που προσφέρουν τα πρωτοκόλλα SIP και H.323 είναι σχεδόν όμοιες και ο πίνακας 5.1 παρουσιάζει την λίστα υπηρεσιών έλεγχου κλήσεων. Η σύγκριση των υπηρεσιών είναι δύσκολη γιατί εξελίσσονται διαρκώς με την προσθήκη καινούριων υπηρεσιών. Εκτός από τις υπηρεσίες έλεγχου κλήσης το SIP (όταν χρησιμοποιείται με το SDP) και το H.323, παρέχουν υπηρεσίες ανταλλαγής δυνατοτήτων. Από αυτήν την άποψη το H.323 παρέχει ένα πιο πλούσιο σε λειτουργικότητας. Τα τερματικά μπορούν να εκφράσουν την ικανότητα τους να πραγματοποιήσουν διάφορες κωδικοποιήσεις και αποκωδικοποιήσεις βασισμένες σε παραμέτρους του codec, και στα άλλα codecs που χρησιμοποιούνται. Όμως αρκετές από τις εκτελέσεις ούτε τα απαιτούν ούτε τα εκτελούν, και οι βασικές δυνατότητες λήψης που υποστηρίζονται από το SIP φαίνονται αρκετές και ισοδύναμες με τις τωρινές εκτελέσιμες δυνατότητες του H.323.

Το πρωτόκολλο SIP παρέχει πλούσια υποστήριξη υπηρεσιών ιδιωτικής κινητικότητας, όμως όταν ένας καλώντας έρχεται σε επαφή με έναν καλούμενο, ο καλούμενος μπορεί να ανακατευθύνει τον καλούντα σε έναν αριθμό διαφορετικών τοποθεσιών. Η κάθε τοποθεσία μπορεί να είναι αυθαίρετο URL, και περιλαμβάνει επιπλέον πληροφορίες που σχετίζονται με το τερματικό της εν λόγω τοποθεσίας. Πληροφορίες όπως η ομιλούμενη γλώσσα, αν το δίκτυο είναι οικιακό ή επιχείρηση, αν το τηλέφωνο είναι κινητό ή επιτραπέζιο και η λίστα

προτεραιοτήτων του καλούμενου, μπορούν να, εκχωρηθούν για κάθε τοποθεσία για να έρθει σε επαφή. Για τα μη αλληλεπιδραστικά τερματικά, το αρχικό call-setup μπορεί να εκχωρήσει τις προτιμήσεις του καλούμενου που σχετίζονται με την φύση του τερματικού με το οποίο θέλει να έρθει σε επαφή. Αυτό επιτρέπει στα proxies του δικτύου να προωθήσουν την κλήση βασιζόμενα σε αυτές τις προτιμήσεις.

Το SIP υποστηρίζει επίσης multi-hop αναζητήσεις για έναν χρήστη. Όταν στέλνεται ένα αίτημα για κλήση προς σε κάποια συγκεκριμένη διεύθυνση, ένας εξυπηρετητής τύπου SIP έρχεται σε επαφή μέσα σε αυτή την διεύθυνση. Αφού ο SIP εξυπηρετητής ίσως να μην είναι το μηχάνημα στο οποίο ο καλούμενος βρίσκεται σε επαφή αυτή τη στιγμή, ο εξυπηρετητής μπορεί να στείλει το αίτημα σε έναν ή περισσότερους επιπλέον εξυπηρετητές. Οι εξυπηρετητές αυτοί, μπορούν να δρομολογήσουν περαιτέρω το αίτημα μέχρι η ομάδα να έρθει σε επαφή. Ένας εξυπηρετητής μπορεί να δρομολογήσει το αίτημα σε πολλαπλούς εξυπηρετητές παράλληλα. Αυτό επιτρέπει στην αναζήτηση για τον χρήστη να λειτουργήσει ταχύτερα. Το SIP επιτρέπει την χρήση πολλαπλών branches της αναζήτησης προκειμένου να δεχτεί την κλήση, επιστρέφοντας τις απαντήσεις πίσω στον καλούντα ο οποίος στη συνέχεια μπορεί να αποφασίσει σε ποια ομάδα να μιλήσει. Στην περίπτωση του H.323 αυτού του είδους η κινητικότητα είναι πιο περιορισμένη. Το μήνυμα της εγκατάστασης μπορεί να ανακατευθύνει έναν καλούμενο ώστε να δοκιμάσει μερικές άλλες διευθύνσεις. Όμως δεν μπορεί να εκφράσει τις προτιμήσεις του. Το H.323 δεν σχεδιάστηκε αρχικά για λειτουργίες ευρείας περιοχής ούτε υποστηρίζει προώθηση κλήσης ή αιτήματα κλήσεων μεταξύ εξυπηρετητών και loop detection. Επίσης το H.323 δεν επιτρέπει κάποιον ελεγκτή πύλης να δρομολογήσει ένα αίτημα σε πολλαπλούς εξυπηρετητές.

Το ίδιο το SIP δεν παρέχει έλεγχο συνδιάλεξης, για αυτού του είδους υπηρεσίες βασίζεται σε άλλα πρωτόκολλα. Παρ όλα αυτά όμως ορισμένες πιο απλοποιημένες μορφές ελέγχου συνδιάσκεψης όπως πχ αποστολή σημειώσεων και απόκτηση μιας λίστας με τους συμμετέχοντες της συνδιάσκεψης είναι διαθέσιμες μέσω του RTCP.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:

Υλοποίηση δικτύων με βάση τα πρωτόκολλα σηματοδοσίας SIP και H.323.

Στις επόμενες παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζεται μία σειρά προσομοιώσεων δικτυακών τοπολογιών με σκοπό την μελέτη, σύγκριση και αξιολόγηση της συμπεριφοράς των μηνυμάτων σηματοδοσίας SIP και H323, επιπλέον θα υπάρξει και ανάλυση της κίνησης RTP πακέτων η οποία θα γίνει με βάση τις προδιαγραφές codec G711.

ΜΕΡΟΣ 1

Προσομοίωση μηνυμάτων σηματοδοσίας του SIP πρωτοκόλλου και προσομοίωση μετάδοσης πακέτων φωνής με βάση τις προδιαγραφές του κωδικοποιητή- αποκωδικοποιητή g711 και του πρωτοκόλλου RTP.

Περίληψη

Στο πρώτο μέρος της υλοποίησης ο φοιτητής έχει σκοπό να μελετήσει την συμπεριφορά ενός βασικού δικτύου που βασίζεται στο πρωτόκολλο SIP και να προσομοιώσει την μετάδοση των RTP πακέτων ανάμεσα σε δύο τερματικά, μέσω του λογισμικού προσομοίωσης NS2.29.3.

Θα δοθούν περαιτέρω εξηγήσεις για τον τρόπο λειτουργίας των μηνυμάτων σηματοδοσίας και φωνής και στον τυπικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για τέτοιου είδους δικτυακές υποδομές. Επιπλέον θα υπολογιστεί η ρυθμαπόδοση του για τα τερματικά σημεία με τη βοήθεια του xgraph.

Λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν:

Λειτουργικό σύστημα: Ubuntu 14.04 lts

Προγράμματα προσομοίωσης:

NS 2.29.3 (Δοκιμασμένο σε Ubuntu 14.04lts 32bit)

Nam 1.14 i386 debian για υπολογιστές αρχιτεκτονικής Intel

Xgraph

Patch πρωτοκόλλου SIP συμβατό μόνο με το NS 2.29.3 και ασχολείται μόνο με τα μηνύματα σηματοδοσίας που χρησιμοποιούνται για την εκκίνηση, τον έλεγχο και τον τερματισμό μίας συνόδου.

Εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται στο SIP δίκτυο:

Τα εξαρτήματα ενός SIP δικτύου χωρίζονται σε δύο κατηγορίες και κάθε κατηγορία έχει τα εξής λογισμικά πράκτορα :

user agent server και user agent client

User agent servers:

Registrar server: Τα τερματικά σημεία έρχονται σε επαφή μαζί του με σκοπό να εγγραφούν στο δίκτυο.

Proxy servers: Δρουν ως διαμεσολαβητές για τα μηνύματα σηματοδοσίας μόνο.

IP τηλέφωνα και Softphones: Αναλαμβάνουν τον ρόλο των User agent servers όταν δέχονται αιτήματα.

User agent clients:

Hardphones/Softphones: συσκευές με τις οποίες πραγματοποιούμε τηλεφωνικές κλήσεις στο διαδίκτυο και κάθε τηλέφωνο έχει ενσωματωμένο codec για την μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό από την πλευρά του αποστολέα και από τη πλευρά του παραλήπτη εκτελείται η αντίστροφη διαδικασία μετατροπής, επίσης τα χαρακτηριστικά του codec καθορίζουν τον ρυθμό μετάδοσης των συσκευών οπότε μια τέτοια συσκευή δέχεται αιτήματα, δρα και ως user agent server.

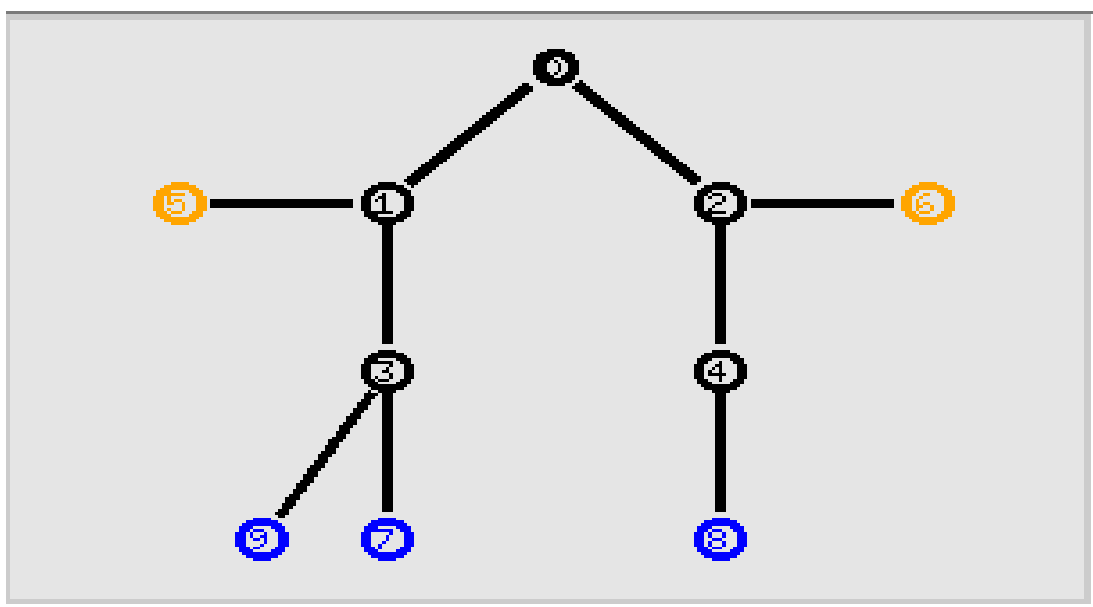
Hardphones: Συσκευές με πρωταρχικό σκοπό την τηλεφωνία.

Softphones: Συσκευές με δυνατότητες τηλεφωνίας μέσω λογισμικού.

Τα είδη μηνυμάτων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, μηνύματα σηματοδοσίας που χρησιμοποιούνται για την έναρξη και τον τερματισμό μίας συνόδου, και μηνύματα πολυμέσων που χρησιμοποιούνται στο σενάριο αυτό για την μετάδοση των πακέτων φωνής μέσω του RTP.

Περιγραφή σεναρίου

Το tcl σενάριο θα εμφανίζεται στο NAM με την εξής μορφή:



Οι μαύροι κόμβοι 0,1,2,3,4 χρησιμοποιούνται ως δρομολογητές με σκοπό την δρομολόγηση των πακέτων φωνής και σηματοδοσίας, έχοντας με αυτό τον τρόπο ένα πιο ευέλικτο δίκτυο.

Οι πορτοκαλί κόμβοι 5 και 6 χρησιμοποιούνται ως διαμεσολαβητές και registrar servers ταυτόχρονα, ασχολούνται μόνο με τον έλεγχο μηνυμάτων σηματοδοσίας και διαθέτουν το λογισμικό πράκτορα user agent server.

Ο κόμβος 5 ονομάζεται proxyatlanta.com και ο κόμβος 6 ονομάζεται proxybiloxi.com

Τέλος οι μπλε κόμβοι 9,7 και 8 χρησιμοποιούνται ως τηλέφωνα και διαθέτουν το λογισμικό user agent client η server ανάλογα με την περίπτωση, τα ονόματα των κόμβων είναι gob@atlanta.com, alice@atlanta.com και bob@biloxi.com αντίστοιχα.

Το καθένα από τα τερματικά σημεία διαθέτει το δικιά του ονομασία/διεύθυνση το οποίο είναι η SIP διεύθυνση του και η δομή του έχει ως εξής:

όνομα χρήστη @ όνομα παρόχου.com

Πχ:

Ο κόμβος 9 gob@atlanta.com θα εγγραφεί στον proxyatlanta.com για να γίνει μέλος του δικτύου.

Περιγραφή μηνυμάτων σηματοδοσίας στο SIP*

Πριν και αφού ξεκινήσει οποιαδήποτε σύνοδος αποστέλλονται τα εξής μηνύματα.

Αιτήματα

REGISTER (300 bytes): αποστέλλεται σε περίπτωση που κάποιο τηλέφωνο θέλει να εγγραφεί στον registrar.

INVITE(800bytes): Αποστέλλεται από το ένα τηλέφωνο στο άλλο λέγοντας στο δεύτερο ότι θέλει να ξεκινήσει μια σύνοδος μαζί του.

BYE:(300bytes) Όταν ένα από τα δύο τηλέφωνα κλείσουν, η ροή των πακέτων φωνής σταματά και τότε το τηλέφωνο που έκλεισε ένα BYE μήνυμα για να δηλώσει τον τερματισμό της συνόδου.

ACK:(300 bytes) Μήνυμα επιβεβαίωσης που δηλώνει ότι ο πελάτης έλαβε μία τελική απάντηση προς σε ένα INVITE μήνυμα μετά από την επιτυχή μετάδοση του αιτήματος αυτού μπορεί να ξεκινήσει η ροή των πακέτων φωνής η άλλων πολυμέσων.

Απαντήσεις

Trying 100 :(250 bytes) δηλώνει πως το απεσταλμένο αίτημα είναι υπό επεξεργασία.

RINGING 180:(550bytes): υποδηλώνει την αναμονή της κλήσης.

200 (250 bytes) success: το μήνυμα στάλθηκε επιτυχώς.

3xx απαντήσεις ανακατεύθυνσης

4xx σφάλματα που σχετίζονται με τους πελάτες

5xx σφάλματα που σχετίζονται με τους εξυπηρετητές

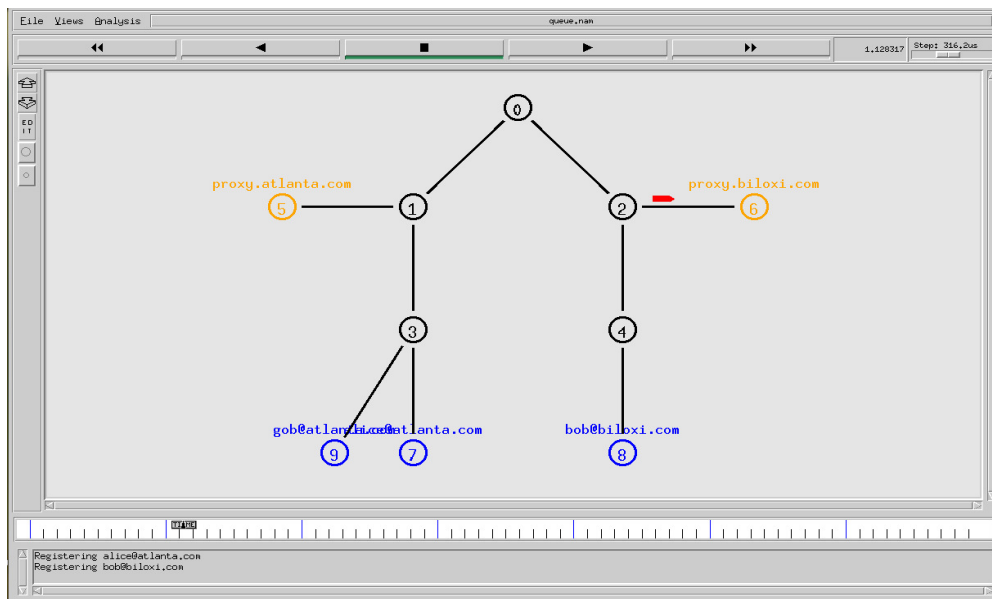
6xx σφάλματα που σχετίζονται με όλο το δίκτυο

Επίσης θεωρείται δεδομένο πως οι τερματικές συσκευές έχουν ήδη συνδεθεί με τον DHCP(Dynamic host configuration protocol) server και έχουν αποκτήσει η κάθε μία συσκευή την δική της ip διεύθυνση, και τον TFTP(trivial file transfer protocol) server για, την ενημέρωση του firmware των τηλεφώνων.

Περιγραφή σεναρίου (συνέχεια)

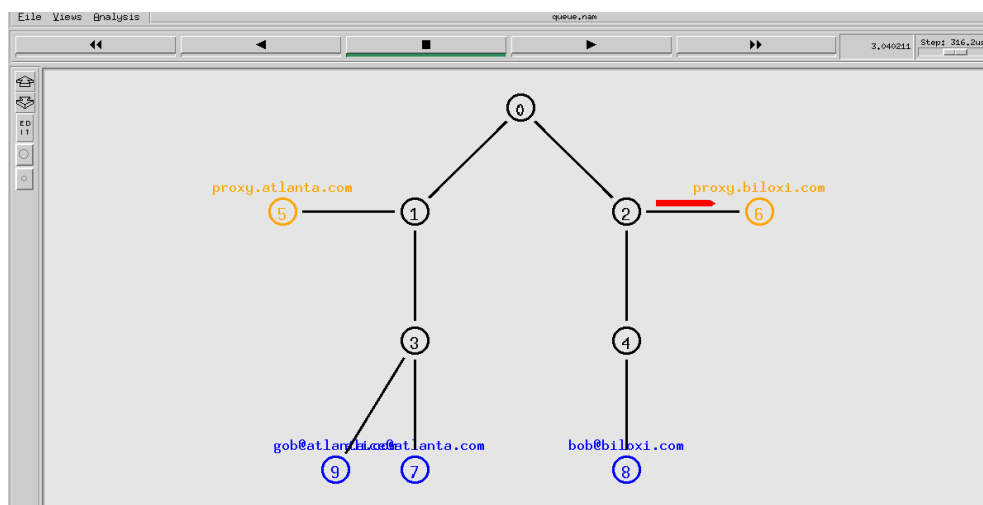
Οργάνωση γεγονότων:

Στις χρονικές περιόδους 1.0, 1.1 και 1.2 τα τηλέφωνα `alice@atlanta.com`, `bob@biloxi.com` και `gob@atlanta.com` εγγράφονται στους proxy servers.



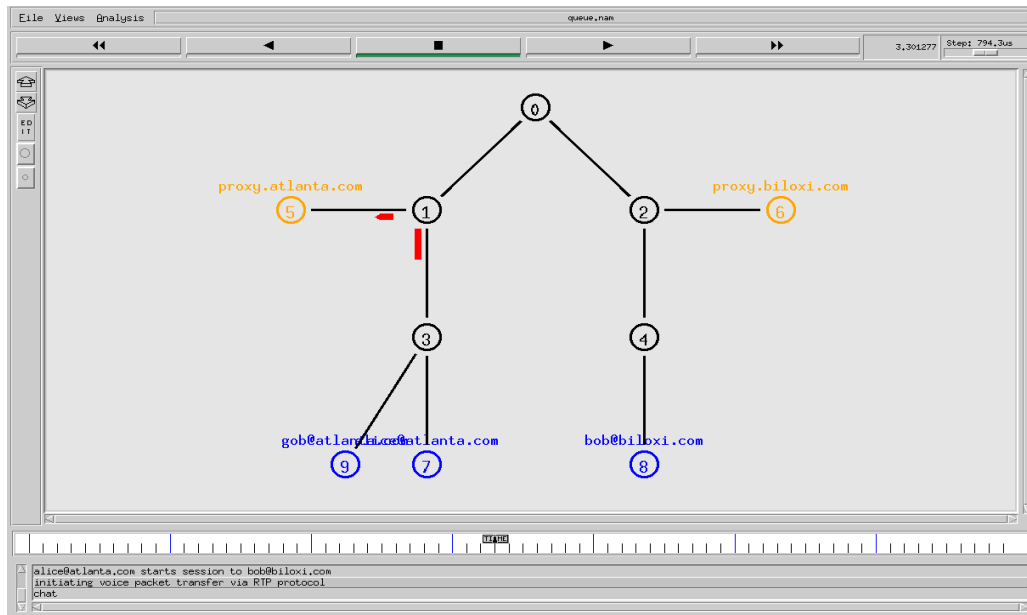
Στη παραπάνω εικόνα ο `bob@biloxi.com` στέλνει αίτημα REGISTER 300 byte στον `proxy.biloxi.com` μήνυμα και στη συνέχεια ο δεύτερος απαντά με μήνυμα με κωδικό 200 χωρητικότητας 250 byte.

Στην χρονική περίοδο 3.0 ο bob στέλνει INVITE μήνυμα στον gob με σκοπό να ξεκινήσει μία σύνοδος μαζί του αλλά όχι απευθείας, όλα τα μηνύματα που αφορούν τη σηματοδότηση πρέπει πριν φτάσουν στον τελικό προορισμό τους να αποσταλούν στους proxy servers(διαμεσολαβητές) οι οποίοι στη συνέχεια θα στείλουν τα λοιπά αιτήματα και απαντήσεις που σχετίζονται με τη σηματοδότηση στον προορισμό τους.

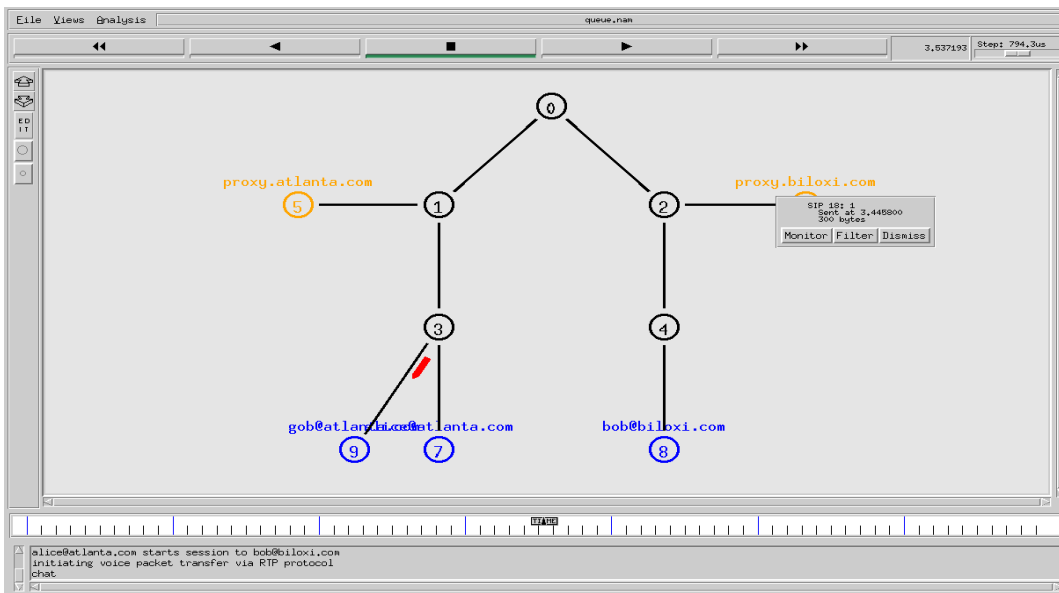


Η στην παραπάνω εικόνα το INVITE 800 byte μήνυμα που κατευθύνεται στον proxy server

αποστάλθηκε από τον bob στον gob με σκοπό να δημιουργηθεί μια σύνοδος μεταξύ τους αφού το μήνυμα σταλθεί στον proxy τότε ο proxy απαντά με TRYING 100 για να δηλώσει πως το αίτημα βρίσκεται υπό επεξεργασία.

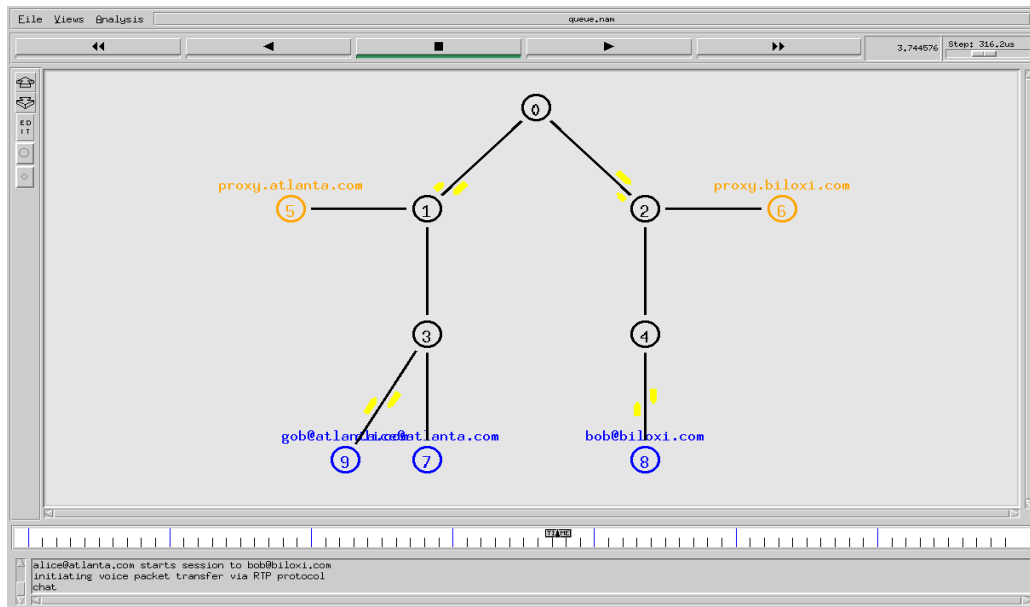


Ο χρήστης gob@atlanta.com απαντάει στον gob με μήνυμα 200 για να δηλώσει επιτυχία της αποστολής του INVITE μηνύματος και RINGING 180 (550 byte) για να δηλώσει πως χτυπάει το τηλέφωνό του.



Τέλος επειδή ο gob αφού έλαβε το INVITE μήνυμα από τον bob, ο bob στέλνει μήνυμα ACK (300 bytes) στον gob για να επιβεβαιώσει την επιτυχία της συναλλαγής αυτής.

Μετά την επιτυχή αποστολή του INVITE μηνύματος από τη χρονική περίοδο 3.6 έως 4.6. για ένα δευτερόλεπτο προσομοίωσης θα μεταδίδονται τα πακέτα φωνής ανάμεσα στους χρήστες bob και gob, η μετάδοση τους γίνεται απευθείας όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Ο ρυθμός μετάδοσης και η χωρητικότητα των πακέτων είναι βασισμένες στις προδιαγραφές ενός codec μοντέλου g711 τα οποία είναι ενσωματωμένα και στα τρία τηλέφωνα, ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιούνται είναι για να μετατρέπουν το σήμα από αναλογικό σε ψηφιακό και όταν το αρχείο φτάσει στην άλλη άκρη επαναλαμβάνεται η αντίστροφη διαδικασία.

Τεχνικά χαρακτηριστικά G711 codec:

Ρυθμός μετάδοσης 64kbps (μόνο με το φορτίο $160\text{bytes} \times 50\text{pps} \times (8/1000) / 1\text{sec} = 64\text{kbps}$ kbps)

Μέγεθος φορτίου (voice payload): **160bytes**

Χρόνος παραγωγής πακέτου **20ms**

Μετάδοση **50** πακέτων το δευτερόλεπτο(PPS, packets per second)

Αναμενόμενη ρυθμαπόδοση για VoIP τηλέφωνα **87.2kbps** (Ip κεφαλίδες + φορτίο)

Βαθμός απόδοσης και ποιότητας: 4.1

Πρώτα θα πρέπει να προσδιοριστεί το μέγεθος πακέτου που θα μεταδίδεται και το πρωτόκολλο με το οποίο μεταδίδεται.

Η μετάδοση πακέτων φωνής γίνεται με το πρωτόκολλο RTP(real- time transfer protocol) στο επίπεδο εφαρμογών σε συνεργασία με το UDP που ανήκει στο επίπεδο μεταφοράς. Στην προσομοίωση αυτή θα χρησιμοποιηθεί το UDP(user datagram protocol). Από μόνο του το UDP χρησιμοποιείται για την απευθείας μετάδοση δεδομένων ανεξαρτήτως ποιότητας με αποτέλεσμα να έχουμε μικρή καθυστέρηση και γιατί σε αντίθεση με άλλα πρωτόκολλα όπως το TCP δεν διαθέτει μηχανισμούς επαναμετάδοσης των κατεστραμμένων η χαμένων πακέτων καθιστώντας το UDP ιδανικό για την μετάδοση πακέτων φωνής. αλλά είναι σημαντικό τα πακέτα να σταλούν στη σωστή σειρά και αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα κακή ποιότητα ήχου και αφού το UDP δεν διαθέτει αυτή τη δυνατότητα τότε δουλεύει κάτω από το RTP το οποίο βοηθάει στο να μεταδοθούν τα πακέτα στη σωστή σειρά. .

Προσδιορισμός μεγέθους πακέτου φωνής και υπολογισμός ρυθμαπόδοσης για την RTP σύνοδο ενός τερματικού σημείου.

Ο υπολογισμός του μεγέθους πακέτων φωνής γίνεται ως εξής:

Προσθέτουμε την χωρητικότητα των κεφαλίδων των πακέτων μαζί με το φορτίο του κωδικοποιητή

IP 20 bytes επίπεδο 2 TCP/IP

RTP 12 bytes Επίπεδο 4 TCP/IP

UDP 8 bytes Επίπεδο 3 TCP/IP

Ethernet ζεύξη 18 bytes Επίπεδο 1 TCP/IP

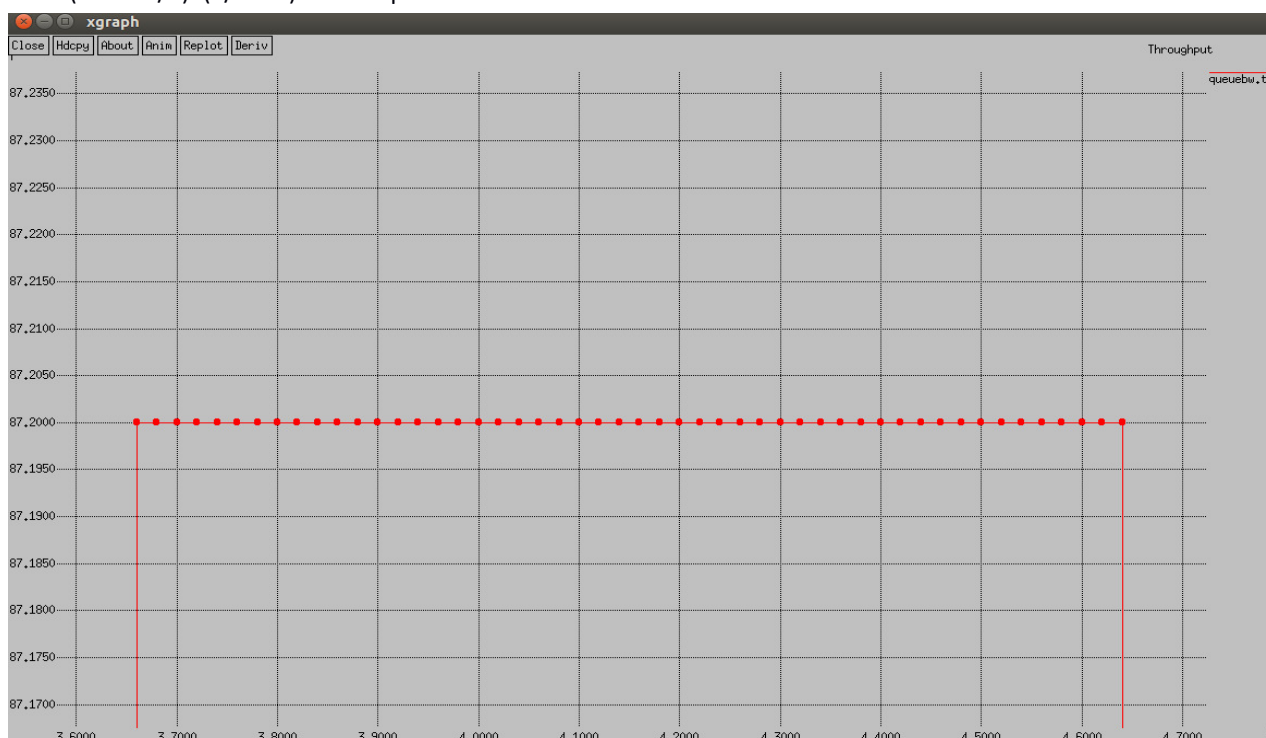
Φορτίο codec 160bytes

$20+12+8+18+160=218$ bytes θα είναι η χωρητικότητα των ασυμπιεστων μεταδιδόμενων πακέτων RTP.

Ενώ τα πακέτα που μεταδίδονται κάθε δευτερόλεπτο είναι 50 rps.

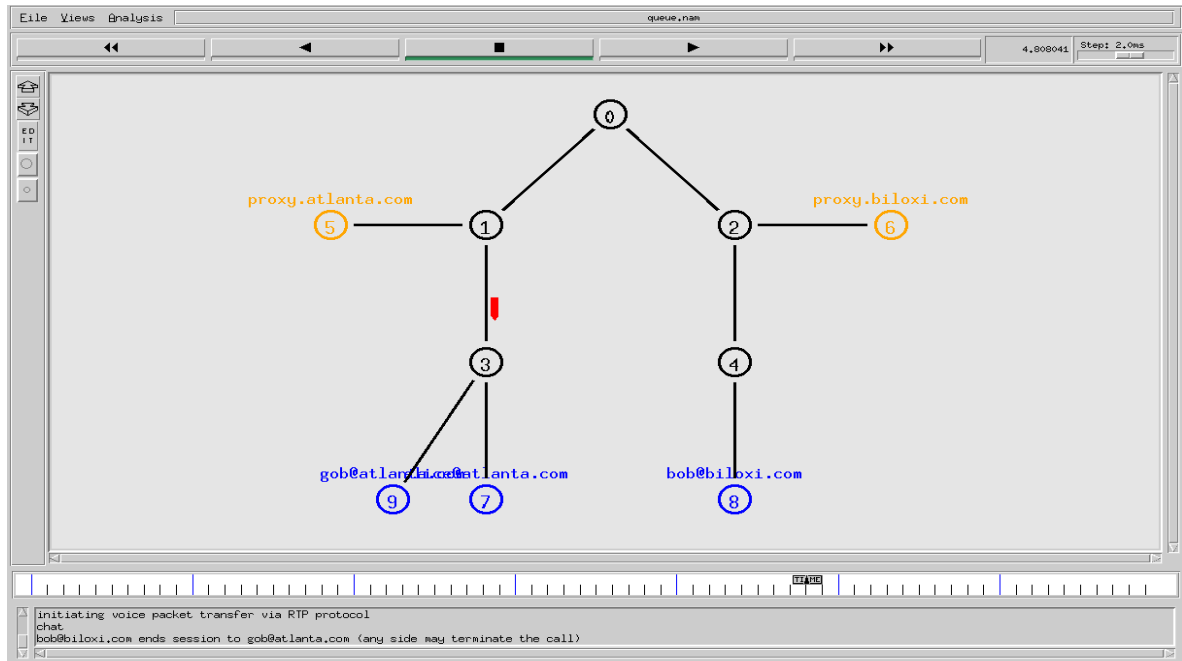
Έχοντας κατά νου τους δύο αυτούς αριθμούς ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων θα είναι:

$$(218*50/1)*(8/1000)=87.2 \text{ kbps}$$

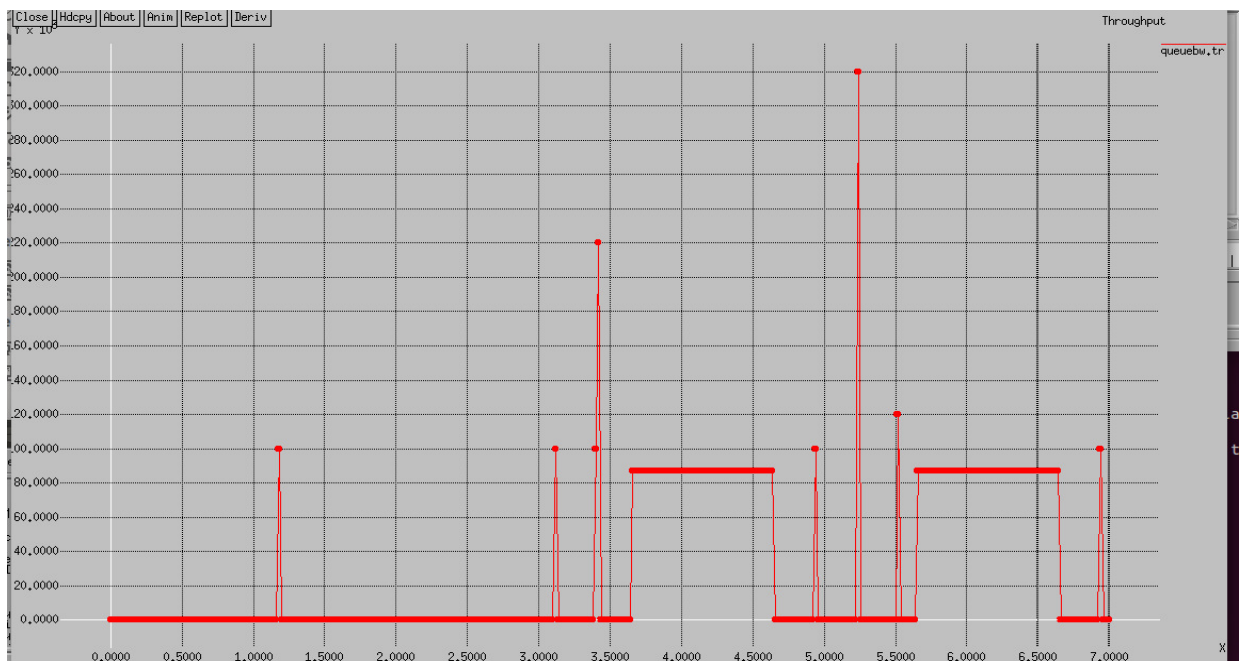


Σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα η ρυθμαπόδοση για την μετάδοση των πακέτων και για τους κόμβους gob@atlanta.com και bob@biloxi.com, είναι σταθερά 87.2 kbps και ο αριθμός των μεταδιδόμενων πακέτων είναι 50, ο γράφος αυτός απεικονίζει τα επιτυχώς μεταδιδόμενα πακέτα μίας συσκευής από το χρονικό διάστημα 3.6 – 4.6 σε χρόνο εξομοίωσης, το οποίο απεικονίζεται στην κάθετη γραμμή, στην οριζόντια γραμμή καταγράφεται ο ρυθμός μετάδοσης Kbit/s και οι έντονες κόκκινες τελείες απεικονίζουν τα επιτυχώς μεταδιδόμενα πακέτα επίσης είναι σταματημένες στο 87.2 που σημαίνει ότι ο ρυθμός μετάδοσης του κάθε πακέτου είναι 87.2 kbps.

Αφού ένας από τους δύο χρηστές κλείσει το τηλέφωνο η RTP ροή σταματάει και στέλνεται ένα BYE μήνυμα 300byte, από τον bob στην περίπτωση αυτή για να πει στον gob ότι επιθυμεί να τερματιστεί η σύνδεση ανάμεσα τους και στη συνέχεια ο gob απαντά με κώδικα 200 για να υποδείξει την επιτυχία της αποστολής του αιτήματος, η σύνδεση στη συνέχεια τερματίζεται.:



Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται με τους alice@atlanta.com και bob@Biloxi.com Από την χρονική περίοδο εξομοίωσης 5.6 – 6.6



Γράφος υπολογισμού ρυθμαπόδοσης για όλα τα γεγονότα του tcl script για τις δύο συσκευές που αναλαμβάνουν ρόλο τερματικών σημείων και για τα πακέτα που έλαβε ο κόμβος bob@biloxi.com.

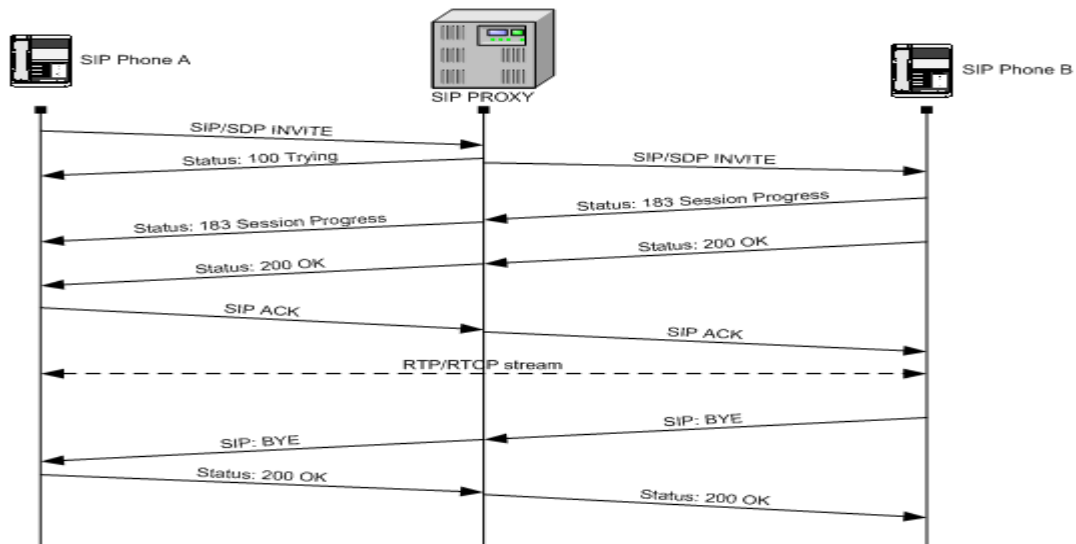
Επίσης παρατηρώντας το trace file queue.tr δεν φαίνεται να χάθηκε κανένα πακέτο
Όλες οι ζεύξεις προσφέρουν διαθέσιμο bandwidth 1mbrps και καθυστέρηση 10ms αυτός είναι ένας από τους λόγους που όλα τα πακέτα μεταδόθηκαν επιτυχώς χωρίς προβλήματα καθυστέρησης χαμένων πακέτων και jitter έχοντας βέλτιστη ποιότητα των υπηρεσιών.

Χρώματα των ροών πακέτων:

Μηνύματα σηματοδότησης: Κόκκινο

RTP ροή ανάμεσα σε gob και bob: κίτρινο

RTP ροή ανάμεσα σε Alice και bob: μπλε



Περίληπτικό διάγραμμα ροής των γεγονότων που έλαβαν μέρος κατά τη συνδιάσκεψη.

Επιπλέον θα πρέπει να σημειωθεί πως επειδή το εν λόγω δίκτυο της προσομοίωσης ασχολείται μόνο με την μετάδοση φωνής. Επίσης δεν χρειάζονται μηχανισμοί προτεραιότητας πακέτων γιατί δεν είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο αυτό κάποιος υπολογιστής που για παράδειγμα μοιράζεται την ίδια ζεύξη και κατεβάζει κάποιο αρχείο και το εν λόγω δίκτυο δεν έχει επαφή με τον έξω κόσμο. Επίσης το διαθέσιμο εύρος ζώνης όλων των ζεύξεων είναι 1Mb με καθυστέρηση 10ms με αποτέλεσμα την ποιοτική μετάδοση φωνής.

Παραπομπές:

Πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των κωδικοποιητών και τον υπολογισμό εύρους ζώνης για διάφορα codec.

<http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/voice/voice-quality/7934-bwidth-consume.html>

<http://www.voip-info.org/wiki/view/Bandwidth+consumption>

Πληροφορίες για εξωγενείς μη Voip συσκευές:

http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice_ip_comm/cuipph/7960g_7940g/sip/1_0/english/administration/guide/ver1_0/install.html

Πίνακας των codecs ήχου και των χαρακτηριστικών τους από την σελίδα της cisco.

Codec Information				Bandwidth Calculations					
Codec & Bit Rate (Kbps)	Codec Sample Size (Bytes)	Codec Sample Interval (ms)	Mean Opinion Score (MOS)	Voice Payload Size (Bytes)	Voice Payload Size (ms)	Packets Per Second (PPS)	Bandwidth MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth w/cRTP MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth Ethernet (Kbps)
G.711 (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.1	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6 Kbps	87.2 Kbps
G.729 (8 Kbps)	10 Bytes	10 ms	3.92	20 Bytes	20 ms	50	26.8 Kbps	11.6 Kbps	31.2 Kbps
G.723.1 (6.3 Kbps)	24 Bytes	30 ms	3.9	24 Bytes	30 ms	33.3	18.9 Kbps	8.8 Kbps	21.9 Kbps
G.723.1 (5.3 Kbps)	20 Bytes	30 ms	3.8	20 Bytes	30 ms	33.3	17.9 Kbps	7.7 Kbps	20.8 Kbps
G.726 (32 Kbps)	20 Bytes	5 ms	3.85	80 Bytes	20 ms	50	50.8 Kbps	35.6 Kbps	55.2 Kbps
G.726 (24 Kbps)	15 Bytes	5 ms		60 Bytes	20 ms	50	42.8 Kbps	27.6 Kbps	47.2 Kbps
G.726 (16 Kbps)	10 Bytes	5 ms	3.61	60 Bytes	30 ms	33.3	28.5 Kbps	18.4 Kbps	31.5 Kbps
G722_64k(64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.13	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6Kbps	87.2 Kbps
ilbc_mode_20(15.2Kbps)	38 Bytes	20 ms	NA	38 Bytes	20 ms	50	34.0Kbps	18.8 Kbps	38.4Kbps
ilbc_mode_30(13.33Kbps)	50 Bytes	30 ms	NA	50 Bytes	30 ms	33.3	25.867 Kbps	15.73Kbps	28.8 Kbps

ΜΕΡΟΣ 2

Προσομοίωση μηνυμάτων σηματοδοσίας του H323 πρωτοκόλλου και προσομοίωση μετάδοσης πακέτων φωνής με βάση τις προδιαγραφές του κωδικοποιητή- αποκωδικοποιητή g711 και του πρωτοκόλλου RTP.

Περίληψη

Στο μέρος αυτό ο φοιτητής έχει ως σκοπό να μελετήσει τον τρόπο λειτουργίας μηνυμάτων σηματοδοσίας του H.323, επίσης η οι προδιαγραφές των RTP πακέτων που μεταδίδονται είναι ακριβώς ίδιες με αυτές του προηγούμενου μέρους για το SIP και τα δύο τερματικά χρησιμοποιούνται CODEC G711, επίσης θα υπολογίσει την ρυθμαπόδοση του δικτύου αυτού για τα πακέτα σηματοδοσίας.

Εξαρτήματα που συνθέτουν το H.323

Τηλέφωνα η υπολογιστές που υποστηρίζουν το πρωτόκολλο και τα codecs του

Gatekeepers (ελεγκτές πύλης)

Μια πιο “αυστηρή εκδοχή” των proxy servers του διαδικτύου η συσκευή αυτή είναι προαιρετική και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο και για τη διαμεσολάβηση των κλήσεων, χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο H.225 RAS με το οποίο τα τερματικά στέλνουν μηνύματα στον gatekeeper για να δράσει ως διαμεσολαβητής, αν το δίκτυο δεν χρησιμοποιεί gatekeeper τότε η διακίνηση των μηνυμάτων σηματοδοσίας γίνεται απευθείας χωρίς τα RAS μηνύματα.

MCU(multipoint control unit)

Υπεύθυνο για την συμμετοχή τριών η περισσότερων τηλεφώνων

Τρόπος πρωτοκόλλου και Μηνύματα σηματοδοσίας

Το h.323 δεν είναι αυτόνομο πρωτόκολλο άλλα είναι μια σειρά πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται για την έναρξη τον έλεγχο και τον τερματισμό μίας συνδιάσκεψης.

Τα πρωτόκολλα που θα χρησιμοποιηθούν στην υλοποίηση είναι τα εξής:

H.225 RAS χρησιμοποιείται όταν στο δίκτυο χρησιμοποιείται ένας gatekeeper, για την εγγραφή την αδειοδότηση και την ενημέρωση της κατάστασης των τηλεφώνων που θέλουν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Το μοντέλο αυτό ονομάζεται μοντέλο σηματοδοσίας κατευθυνόμενο από τον ελεγκτή πύλης, τα μηνύματα αυτά διακινούνται μέσω του UDP.

Το πρωτόκολλο του script περιλαμβάνει τα εξής μηνύματα

Admission request (ras): όταν ένα τηλέφωνο πληκτρολογεί κάποιον αριθμό τότε το μήνυμα αυτό αποστέλλεται με σκοπό ο gatekeeper να αντιστοιχήσει τον αριθμό με μία IP διεύθυνση, επίσης ελέγχει και άλλες παραμέτρους όπως οι συνθήκες της σύνδεσης, για να δει αν μπορεί η κλήση να διεξαχθεί.

Με την ολοκλήρωση του ελέγχου τότε ο gatekeeper για την υπόδειξη της επιτυχίας του έλεγχου απαντάει με Admission confirm

H.225/Q.931

Αποτελείται από μία σειρά υποχρεωτικών μηνυμάτων με σκοπό την εγκαθίδρυση κλήσης ανάμεσα στα δύο τηλέφωνα. Τα μηνύματα που μας ενδιαφέρουν είναι τα Setup για την εγκαθίδρυση της σύνδεσης, Alerting για τον κωδωνισμό του τηλεφώνου και call proceeding που δηλώνει πως η κλήση εγκαθιδρύεται, τα μηνύματα διακινούνται όταν ανοίξει ένα κανάλι TCP.

H.245 και λίστα μηνυμάτων

Μετά την αποστολή των μηνυμάτων H225.0 ανοίγει άλλο ένα κανάλι TCP για την σύνδεση και την ανταλλαγή δυνατοτήτων ανάμεσα στα δύο τερματικά για να μεταδοθεί μετά η ροή των RTP πακέτων.

Connect μήνυμα

Χρησιμοποιείται για την εγκαθίδρυση της σύνδεσης των δύο τερματικών

Terminalcapability set

Μηνύματα που ανταλλάσσονται ανάμεσα στα τερματικά με σκοπό να γνωρίζουν το ένα το άλλο τα χαρακτηριστικά των codecs τους.

Master slave determination

Αποφασίζεται ποιο τηλέφωνο θα αναλάβει τον ρόλο του αφέντη και ποιο του δούλου, καταλληλότερο για συνδιασκέψεις με περισσότερους συμμετέχοντες μόνο που ούτως η άλλως η διεξαγωγή των μηνυμάτων αυτών είναι υποχρεωτική.

Open logical channel

Μηνύματα που ανταλλάσσονται ανάμεσα στα τερματικά με σκοπό να γνωρίζουν το ένα το άλλο την IP διεύθυνσή τους και ποιες θύρες θα χρησιμοποιηθούν για την ροή των RTP πακέτων.

Request close logical channel

Όταν σταματήσει η RTP ροή, τα τερματικά ανακοινώνουν το κλείσιμο των καναλιών με την αποστολή του μηνύματος Request close logical channel

End session command

Αποστέλλεται για να τερματιστεί η σύνδεση tcp που δημιουργήθηκε από το H.245

Release complete

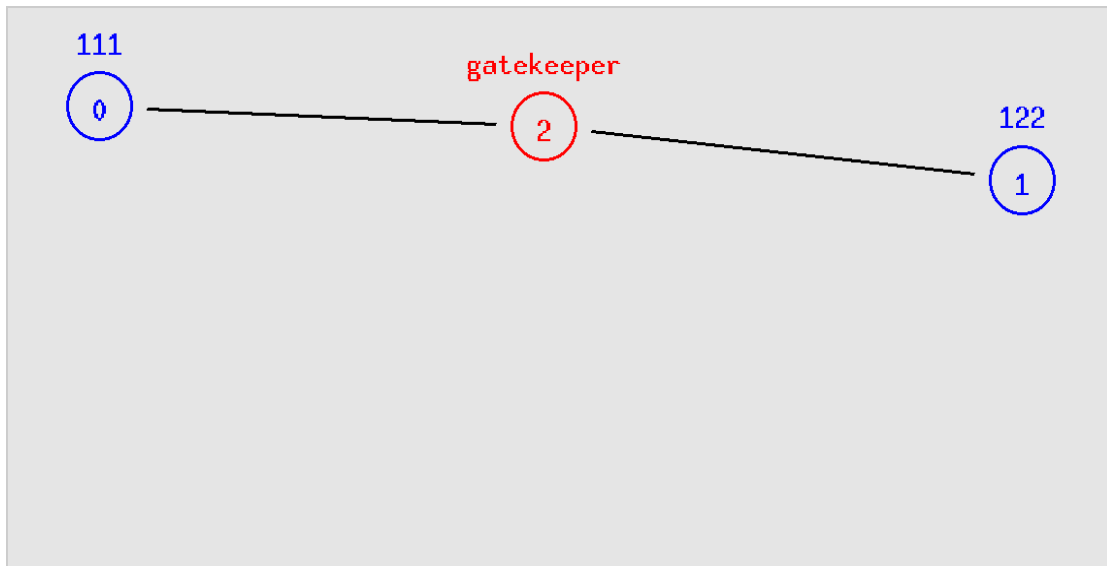
Αποστέλλεται για να τερματιστεί η σύνδεση tcp που δημιουργήθηκε από το H.225.0

Disengage request(RAS)

Τα δύο τερματικά ειδοποιούν τον gatekeeper ότι η σύνδεση τερματίστηκε και στη συνέχεια ο gatekeeper στέλνει μήνυμα disengage confirm για να κλείσει οριστικά η σύνδεση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω βλέπουμε πως τα πρωτόκολλα σηματοδότησης λειτουργούν με πολύ διαφορετικό τρόπο από του sip, ενώ το sip μοιάζει πολύ με το http
Το H.323 διαθέτει τα δικά του πρωτόκολλα και συνεργάζεται με το tcp η το udp για τη μετάδοση των μηνυμάτων σηματοδότησης ενώ για την ροή πολυμέσων χρησιμοποιείται το RTP, παρακάτω θα ρίξουμε μία ματιά στο tcl script που προσομοιώνει το εν λόγω πρωτόκολλο.

Το δίκτυο θα διαθέτει αυτή την παρακάτω μορφή και θα προσομοιώσει τον βασικό τρόπο σηματοδότησης του h323:



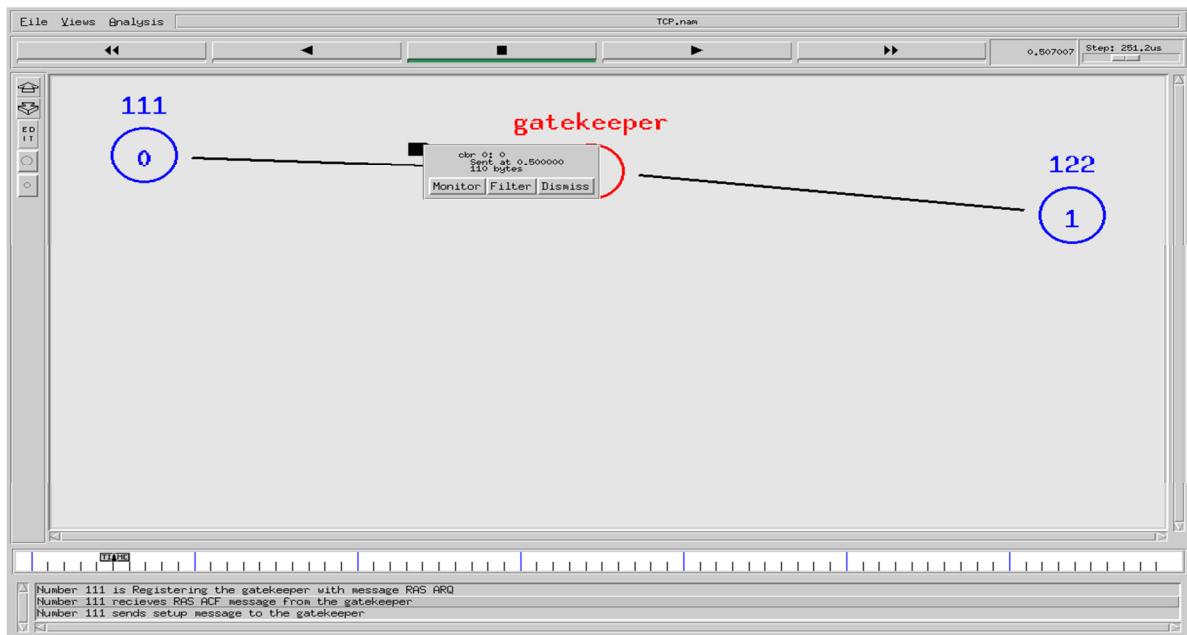
Οι μπλε κόμβοι αναλαμβάνουν τον ρόλο των τερματικών σημείων που είναι τηλέφωνα και τα ονόματά τους είναι ο αριθμοί των τηλεφώνων.

Ο κόκκινος κόμβος είναι ο gatekeeper που χρησιμοποιείται με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιείται ένας proxy server στο διαδίκτυο, χρησιμοποιείται για την εγγραφή των τερματικών, την αδειοδότηση κλήσεων και για τον έλεγχο της κατάστασης της σύνδεσης, οι τρεις αυτές εργασίες γίνονται μέσω του πρωτοκόλλου h225 ras(registration, admission, status) και θεωρούμε την εγγραφή των δύο τηλεφώνων στον gatekeeper ότι έχει ήδη συμβεί γιατί στο tcl σενάριο δεν χρησιμοποιείται μήνυμα που σχετίζεται με την εγγραφή.

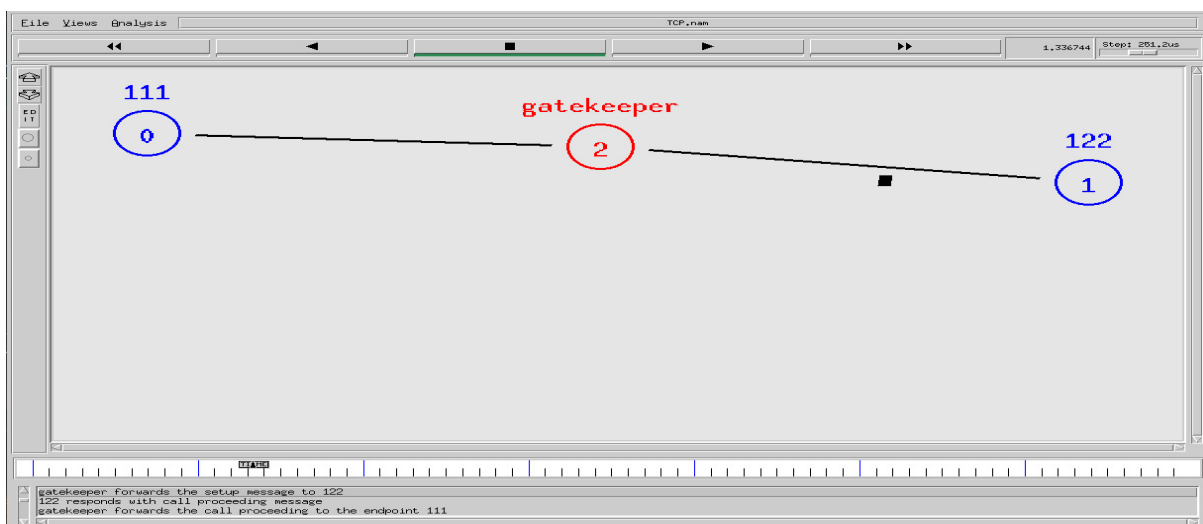
Άρα προχωρούμε στο επόμενο βήμα της προσομοίωσης, αφού και οι δύο χρήστες είναι εγγεγραμμένοι τότε το τηλέφωνο με τον αριθμό 111 θα τηλεφωνήσει το 122 μόνο, όταν συμβεί αυτό, λόγω της συμμετοχής gatekeeper θα πρέπει να στείλει μήνυμα admission request για να ελέγξει ο gatekeeper αν είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί η κλήση προς στο 122, ο gatekeeper ελέγχει την βάση δεδομένων του για να αντιστοιχήσει τον 122 αριθμό που πληκτρολόγησε ο 111 με την IP διεύθυνση του 122, επίσης ελέγχει φυσικά για το αν οι συνθήκες της σύνδεσης είναι επιτρεπτές για να πραγματοποιηθεί η κλήση (διαθέσιμο

bandwidth, συμφόρηση κτλ), αν ναι, τότε ο gatekeeper απαντάει με μήνυμα admission confirm, τα RAS μηνύματα διεξάγονται μέσω του UDP ενώ τα μηνύματα H225.0 και H.245 διεξάγονται μέσω του TCP.

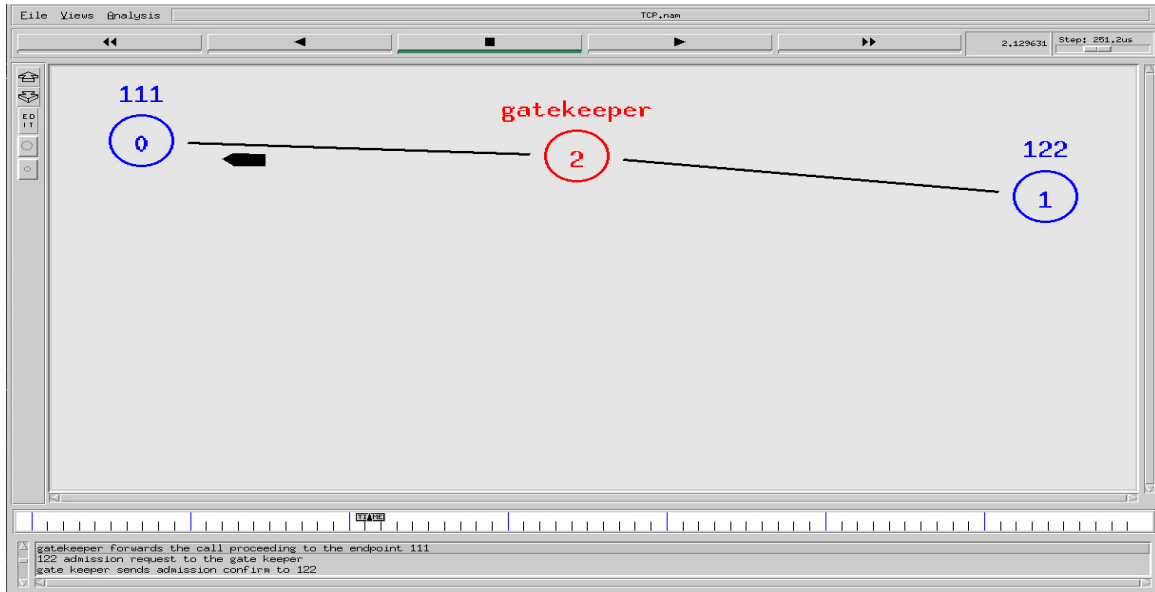
Η διαδικασία αυτή της προηγούμενης σελίδας παρουσιάζεται παρακάτω, ο κόμβος 111 στέλνει Admission request στον gatekeeper και αν όλα πάνε καλά τότε ο gatekeeper θα στείλει adm confirm:



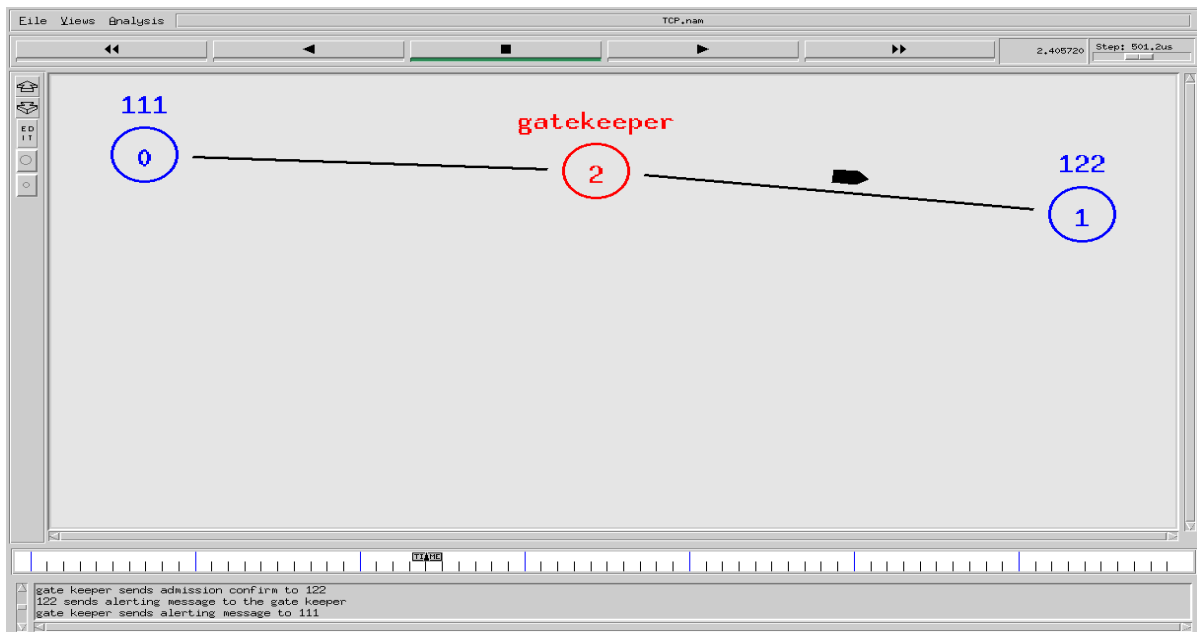
Στο σημείο αυτό το 111 θα ανοίξει ένα TCP κανάλι προς τον gatekeeper και στη συνέχεια ο gatekeeper θα το προωθήσει στο 122 ανοίγοντας ένα δεύτερο κανάλι TCP, το μήνυμα αυτό ονομάζεται Setup και διεξάγεται μέσω του πρωτοκόλλου H.225 με σκοπό την εγκαθίδρυση της κλήσης:



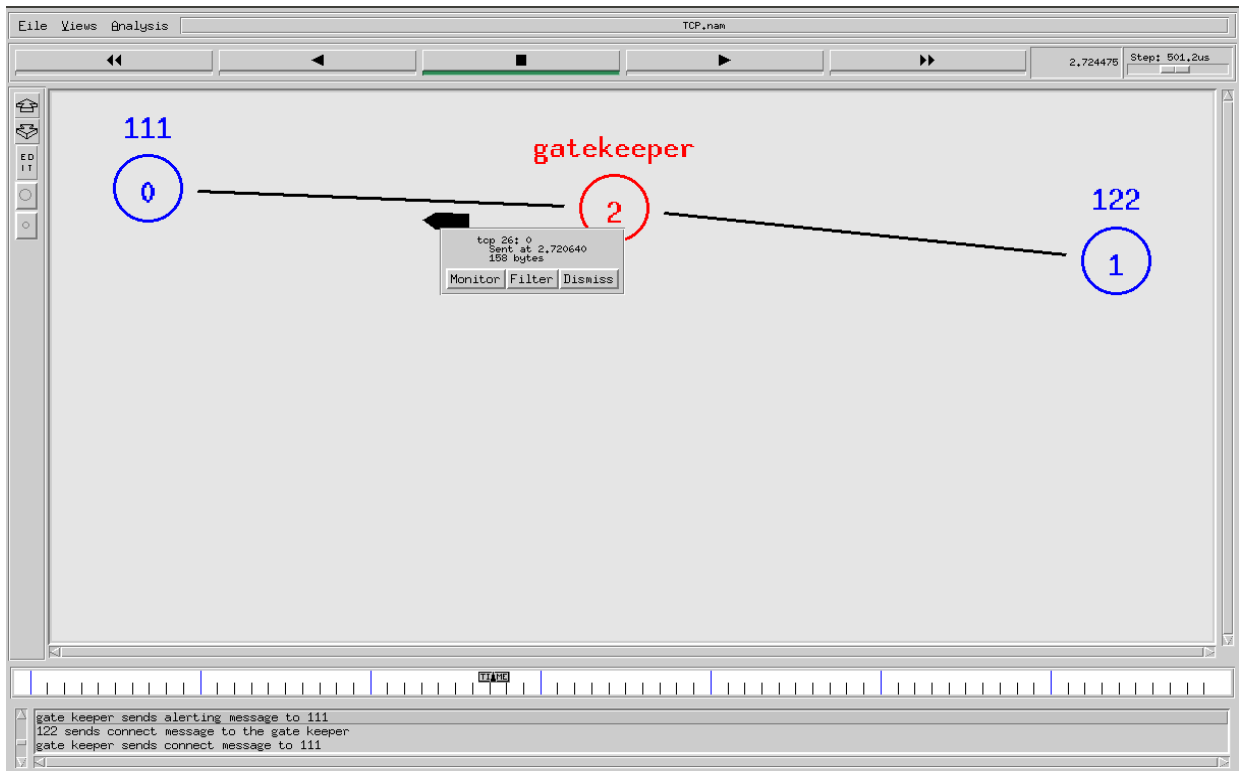
Στη συνέχεια το τερματικό 122 θα απαντήσει με μήνυμα H.225 call proceeding για να δείξει πως η εγκαθίδρυση της κλήσης βρίσκεται σε αναμονή.



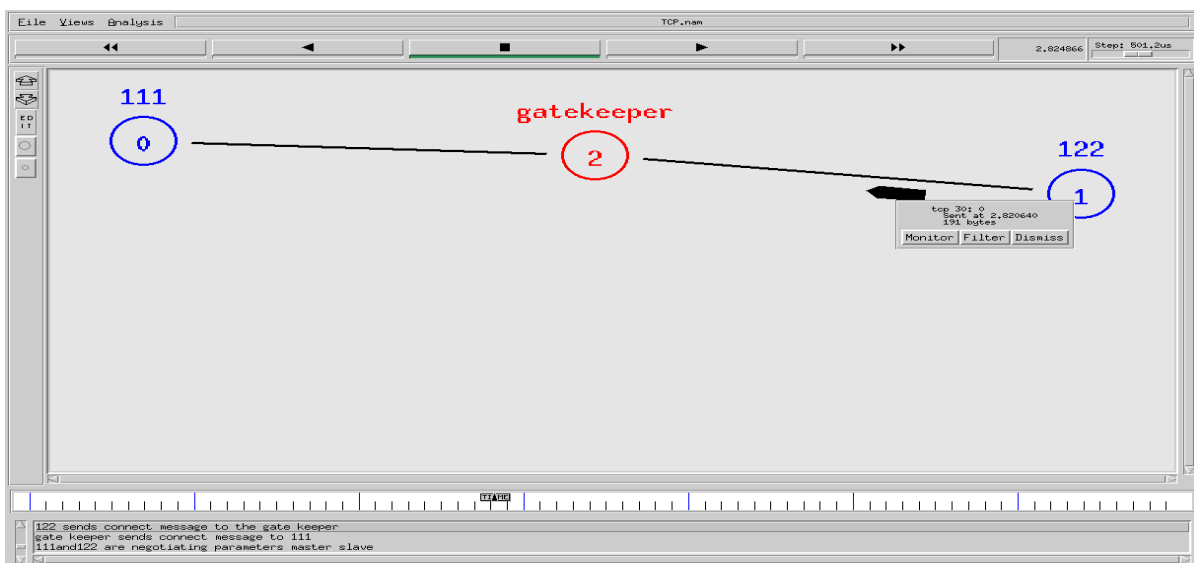
Τώρα το τερματικό 122 θα στείλει μήνυμα admission request στον gatekeeper η διαδικασία που ακολουθεί μετά είναι ίδια με το πρώτο βήμα.



Τώρα το 122 μέσω του H.225 στέλνει μήνυμα alerting ενεργοποιώντας τον κωδωνισμό του.



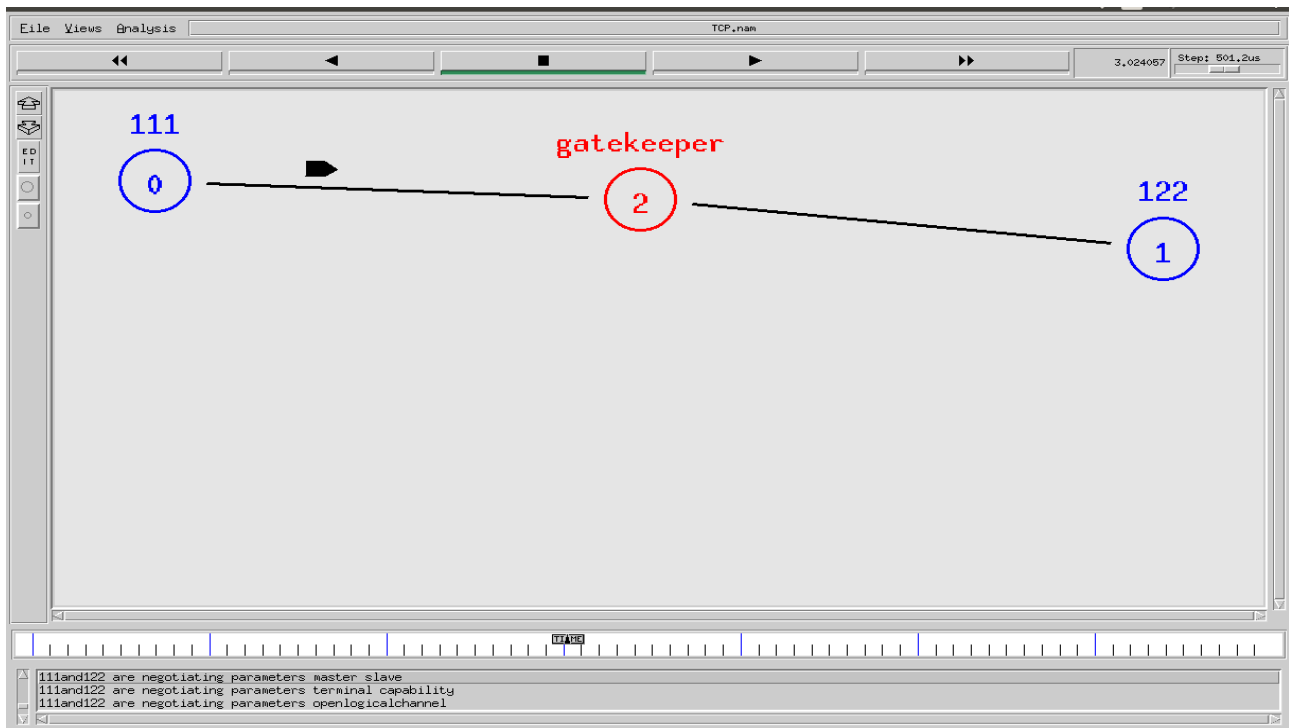
Υστερα ανοίγει άλλο ένα TCP κανάλι για να χρησιμοποιηθεί το H.245 για να στείλει μήνυμα connect ώστε να εγκαθιδρυθεί σύνδεση.



Τώρα το μόνο που απομένει για την έναρξη της μετάδοσης των RTP πακέτων είναι η ανταλλαγή των τριών H245 μηνυμάτων:

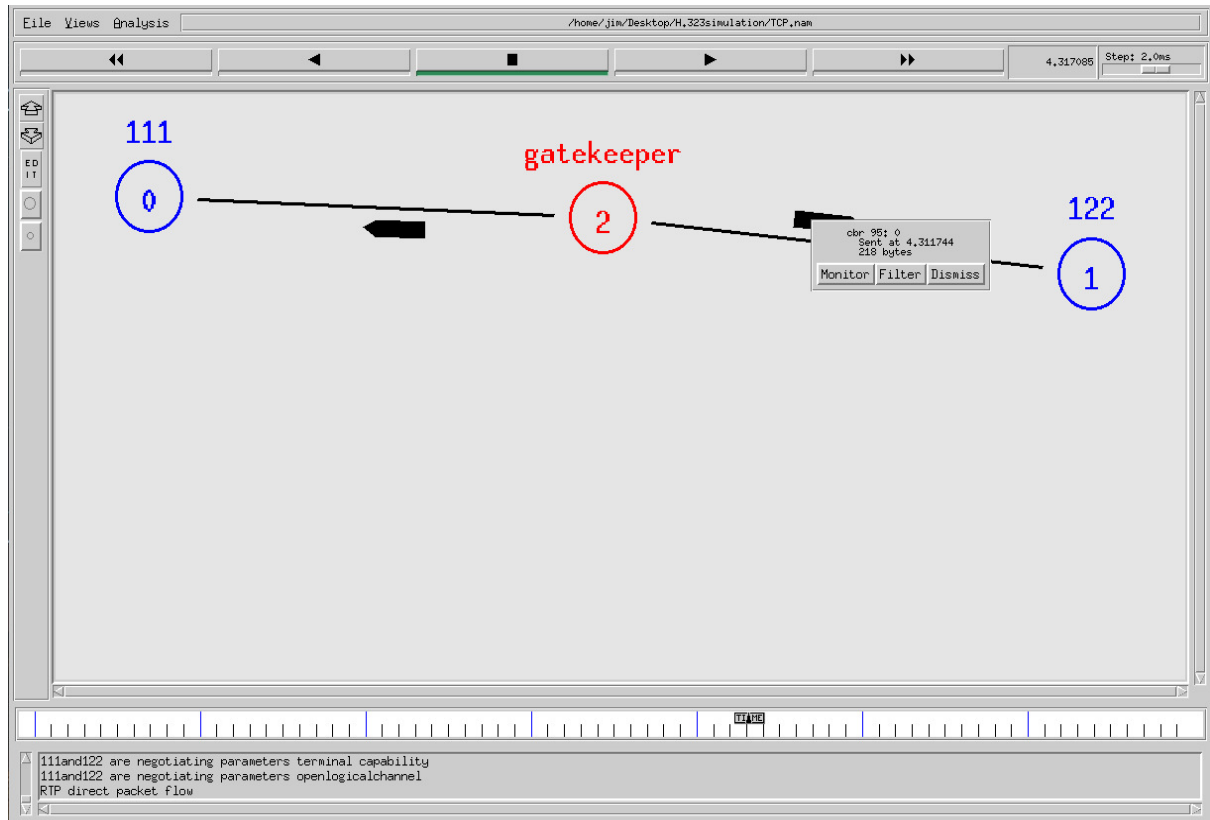
Master slave determination

Αποφασίζεται για το ποιό τερματικό είναι ο αφέντης και ποιό είναι ο δούλος (εξυπηρετητής - πελάτης) η διαδικασία αυτή έχει περισσότερο νόημα όταν διεξάγεται ανάμεσα σε 3 τηλέφωνα και πάνω, συμβαίνει ούτως η άλλως.



Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται άλλες δύο φορές για τα μηνύματα **terminal capability set** που τα δύο τερματικά “γνωρίζονται” ανταλλάσσοντας μηνύματα με πληροφορίες όπως ο codec εξοπλισμός του κάθε τερματικού, μετά αποστέλλεται το μήνυμα **Open logical channel** με σκοπό την ανταλλαγή επιπλέον πληροφοριών που αφορούν τα τερματικά όπως η IP διεύθυνσή τους.

Όταν τελειώσουν οι παραπάνω διαδικασίες, τότε ξεκινά η ροή των RTP πακέτων, τα τηλέφωνα και σε αυτό το σενάριο είναι εξοπλισμένα με codec g711 με ρυθμαπόδοση 87.2 kbps το καθένα και η ροή διαρκεί για ένα δευτερόλεπτο εξομοίωσης.



Όταν η rtp ροή σταματήσει τότε τα τερματικά θα πρέπει να στέλνουν μηνύματα που θα ανακοινώνουν τα εξής:

Την διακοπή ροής των RTP πακέτων με την αποστολή μηνύματος H.245 close logical channel.

Το κλείσιμο των δύο καναλιών σηματοδοσίας κατά σειρά H245 End session command και H225 release complete.

H245 End session command

H225 Releasecomplete

Και τέλος η ενημέρωση του gatekeeper από τα τερματικά για την κατάσταση της σύνδεσης στέλνοντας μήνυμα disengage request.

Με την ολοκλήρωση παραπάνω βημάτων η κλήση τελειώνει και τα τηλέφωνα περιμένουν νέα επαφή.

Απόδοση δικτύου ως προς τα μηνύματα σηματοδοσίας

Ρυθμαπόδοση μηνυμάτων σηματοδοσίας

Σύνολο bytes των επιτυχώς μεταδιδόμενων πακέτων = **5350** bytes

Συνολική διάρκεια **6.4** sec

Ρυθμαπόδοση σε kbps = $5350/6.4*(8/1000) = 6.6\text{kbps}$

Συνολική καθυστέρηση **1.32396** sec

Ποσοστό επιτυχώς μεταδιδόμενων πακέτων **100%** (στο trace file δεν υπάρχει πουθενά η ένδειξη d)

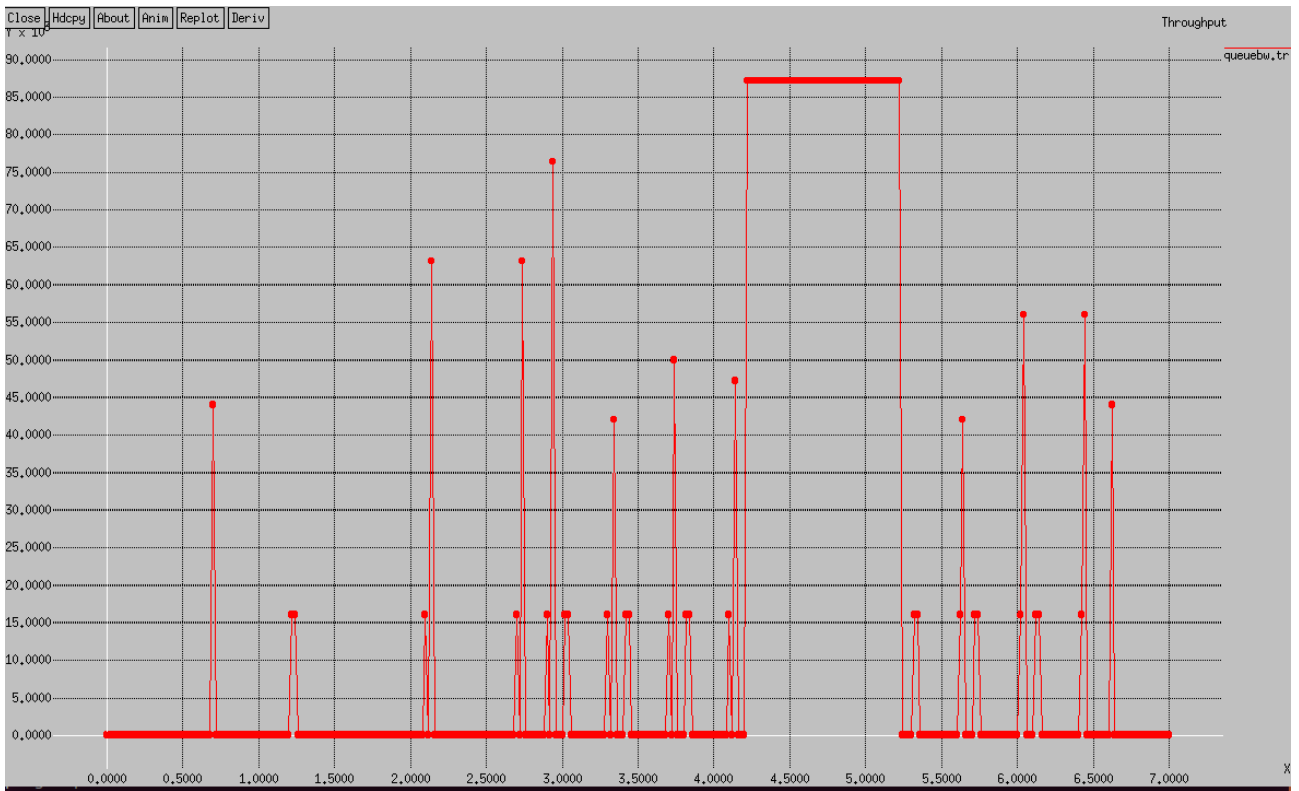
Απόδοση δικτύου ως προς τη ροή RTP

$50 \text{ rps} \times 218\text{bytes}$ για G711 codec $*(8/1000) = 87.2\text{kbps}$ και για τα δύο τερματικά.

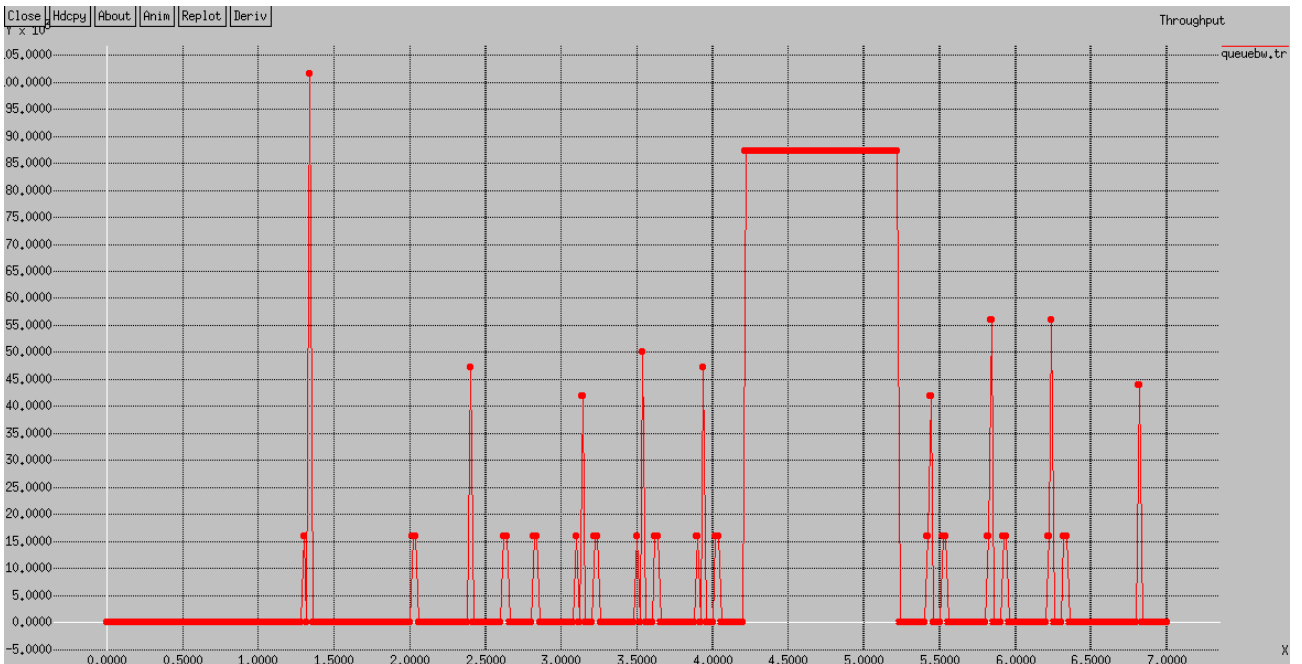
συνολική ρυθμαπόδοση για τα πακέτα φωνής = $> 87.2 \times 2 = 174.4 \text{ kbps}$.

Jitter (end to end delay of second packet – end to end delay of the first packet) 0.0ms γιατί δεν υπάρχουν παρεμβολές στο δίκτυο.

Χρημα για λαμβανόμενα πακέτα του κόμβου 111



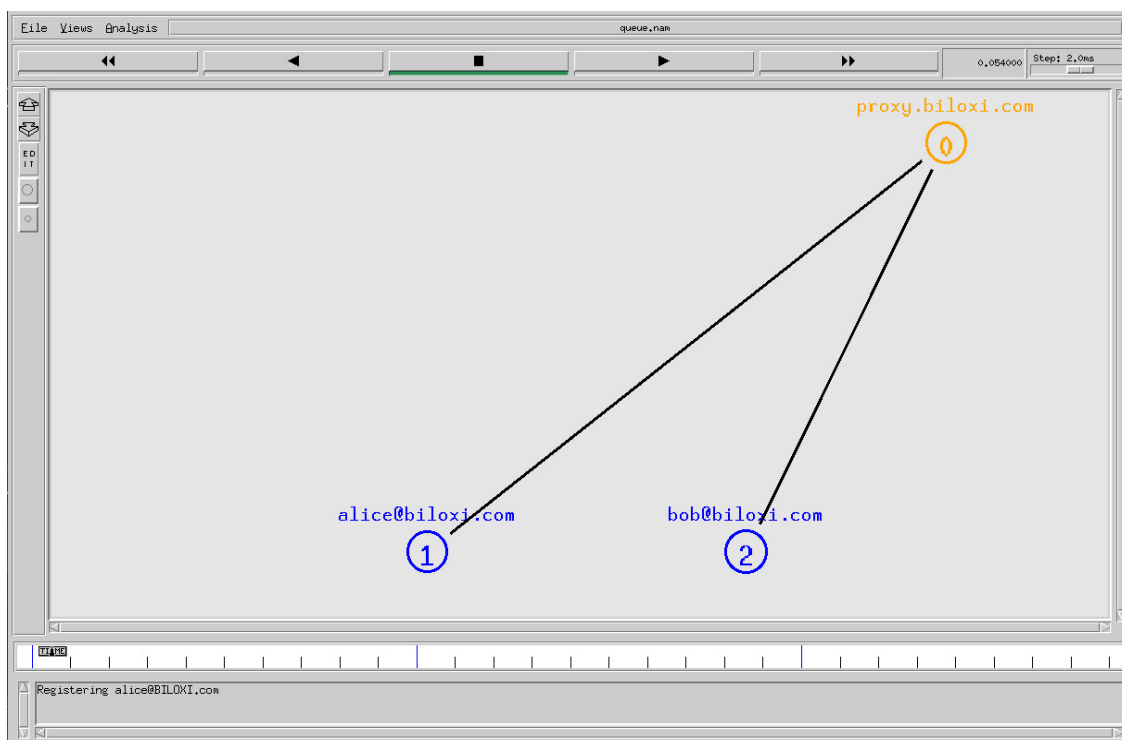
Χρημα για τα λαμβανόμενα πακέτα του κόμβου 122



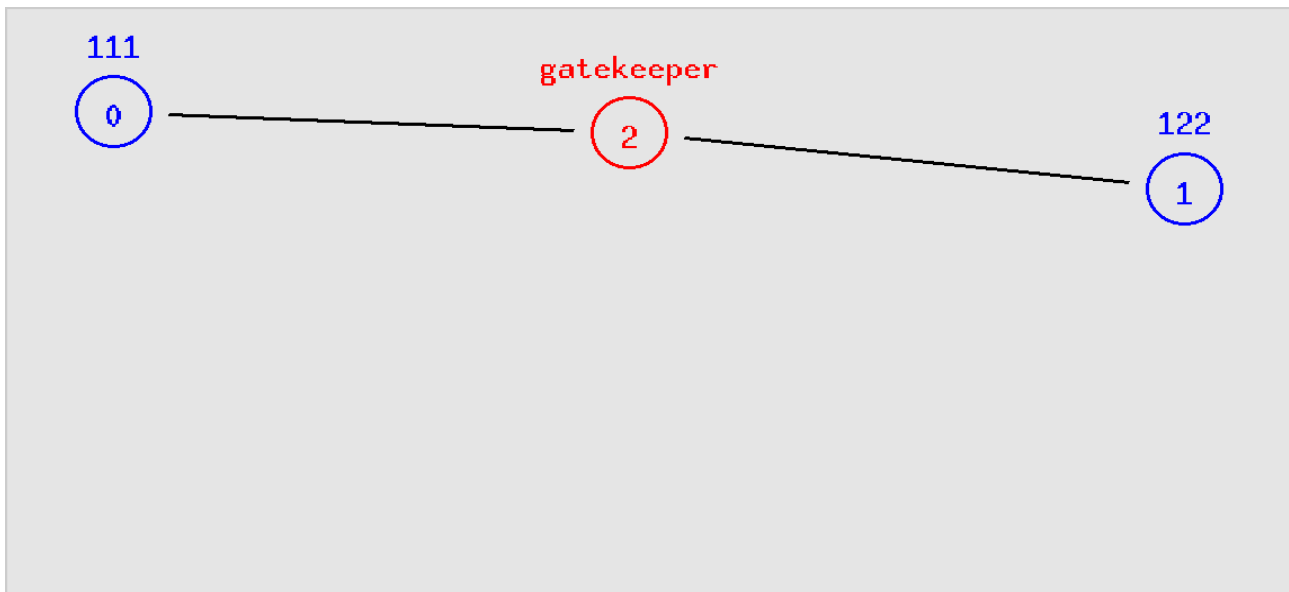
ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

Σύγκριση απόδοσης πρωτοκόλλων σηματοδοσίας SIP και h323
Και αξιολόγηση των πρωτοκόλλων αυτών ως προς την
ρυθμαπόδοση , την συνολική καθυστέρηση και το Jitter

Στο τρίτο μέρος ο φοιτητής θα συγκρίνει τα αποτελέσματα απόδοσης των εν λόγω πρωτοκόλλων ως προς τη ρυθμαπόδοση την καθυστέρηση το ποσοστό των επιτυχώς μεταδιδόμενων πακέτων ενώ οι μετρήσεις για το jitter θα γίνουν μόνο για τη ροή RTP. Προκειμένου να έχουμε μία δίκαιη σύγκριση για να υπάρξει μία ομοιότητα με την τοπολογία μου πάνω στο H323, απλοποίησα την τοπολογία SIP της προηγούμενης αναφοράς μου, τώρα διαθέτει την παρακάτω μορφή, δύο τερματικά και ένας εξυπηρετητής γενικού σκοπού (registrar/proxy):



Για τις μετρήσεις του H.323 θα χρησιμοποιηθεί η ίδια τοπολογία



Ρυθμαπόδοση (throughput) σε kbps = $\text{recievedbytes/transfertime} * 8/1000$

SIP τοπολογία

$(6250\text{bytes}/2.9) * 8/1000 = \mathbf{18.7}$ kbps

H.323 τοπολογία

$5350/6.4 * (8/1000) = \mathbf{6.6\text{kbps}}$ (Άφησα εκτός ορισμένα tcp πακέτα που χρησιμοποιούνται για την έναρξη τα κανάλια που ανοίγουν και κλείνουν είναι δύο άρα τα TCP και TCPSYNACK είναι 40 byte το καθένα $40 * 4 = 160$ άρα $5350 + 160 = 5510$ bytes)

Συμπέρασμα: παρατηρούμε ότι το όσον αφορά την κατανάλωση του εύρους ζώνης το SIP είναι πολύ πιο απαιτητικό από το H.323

Αιτία είναι το μέγεθος των μηνυμάτων σηματοδότησης στο sip που είναι πολύ μεγαλύτερο από τα h323 και το μέγεθος τους οφείλεται στην μορφοποίηση τους που παραπέμπει στο HTML, διευκολύνοντας τους ανθρώπους στο να μπορούν να τα διαβάσουν, αυτό αποτελεί σημαντικό πρόβλημα και ήδη σε μεταγενέστερα RFCs έχουν γίνει προσπάθειες μορφοποίησης των sip μηνυμάτων με δυαδικό τρόπο όπως και με το H.323.

Στην περίπτωση των μηνυμάτων H.323 τύπου, το μέγεθός τους είναι συγκριτικά πολύ μικρότερο από τα μηνύματα του SIP και αυτό οφείλεται στην δυαδική μορφοποίησή τους μπορεί να είναι δυσανάγνωστα αλλά αν ενδιαφερόμαστε να εξοικονομήσουμε εύρος ζώνης τότε το H.323 αποτελεί ιδανική επιλογή, ακόμη και αν τα μηνύματα διεξάγονται μέσω του UDP η του TCP.

Συνολική καθυστέρηση Σ (χρόνος παραλαβής πακέτου – χρόνος αποστολής πακέτου)

SIP

0.1768 sec

H.323

1.3456 sec

Οι μετρήσεις για την καθυστέρηση έγιναν με την βοήθεια ενός awk script που ονομάζεται endtoenddelay.txt το οποίο υπολογίζει τις end to end καθυστερήσεις για κάθε πακέτο και για τις δύο τοπολογίες, ο υπολογισμός έγινε αθροίζοντας τις καθυστερήσεις που εμφανίζονται..

SIP καθυστερήσεις

χρόνος παράδοσης πακέτου	Καθυστέρηση από άκρο σε άκρο
0.013400	0.012000
0.100000	0.012400
0.113400	0.012000
0.600000	0.016400
0.652400	0.012000
0.652400	0.016400
0.703800	0.012000
0.703800	0.016400
0.716800	0.012000
0.721200	0.014400
0.735600	0.012400
0.749000	0.012400
2.700000	0.012400
2.713400	0.012400
2.725800	0.012000
2.738800	0.012000

Αθροίζοντας τις τιμές της καθυστέρησης από άκρο σε άκρο έχουμε την συνολική καθυστέρηση της τοπολογίας.

H323 καθυστερήσεις

Και στην περίπτωση αυτή θα αθροίσουμε τους αριθμούς της δεύτερης στήλης με σκοπό την εύρεση της συνολικής καθυστέρησης.

0.500000	0.010880
0.700000	0.010880
1.200000	0.010320
1.210320	0.010320
1.220640	0.012032
1.232672	0.010320
1.300000	0.010320
1.310320	0.010320
1.320640	0.012032
1.332672	0.010320
2.000000	0.010320
2.010320	0.010320
2.020640	0.011264
2.031904	0.010320

2.100000	0.010320
2.110320	0.010320
2.120640	0.011264
2.131904	0.010320
2.200000	0.010944
2.400000	0.010944
2.600000	0.010320
2.610320	0.010320
2.620640	0.011264
2.631904	0.010320
2.700000	0.010320
2.710320	0.010320
2.720640	0.011264
2.731904	0.010320
2.800000	0.010320
2.810320	0.010320
2.820640	0.011528
2.832168	0.010320
2.900000	0.010320
2.910320	0.010320
2.920640	0.011528
2.932168	0.010320
3.000000	0.010320
3.010320	0.010320
3.020640	0.010840
3.031480	0.010320
3.100000	0.010320
3.110320	0.010320
3.120640	0.010840
3.131480	0.010320
3.200000	0.010320
3.210320	0.010320
3.220640	0.010840
3.231480	0.010320
3.300000	0.010320
3.310320	0.010320
3.320640	0.010840
3.331480	0.010320
3.400000	0.010320
3.410320	0.010320
3.420640	0.011000
3.431640	0.010320
3.500000	0.010320
3.510320	0.010320
3.520640	0.011000
3.531640	0.010320
3.600000	0.010320
3.610320	0.010320
3.620640	0.011000
3.631640	0.010320
3.700000	0.010320
3.710320	0.010320

3.720640	0.011000
3.731640	0.010320
3.800000	0.010320
3.810320	0.010320
3.820640	0.010944
3.831584	0.010320
3.900000	0.010320
3.910320	0.010320
3.920640	0.010944
3.931584	0.010320
4.000000	0.010320
4.010320	0.010320
4.020640	0.010944
4.031584	0.010320
4.100000	0.010320
4.110320	0.010320
4.120640	0.010944
4.131584	0.010320
5.300000	0.010320
5.310320	0.010320
5.320640	0.010840
5.331480	0.010320
5.400000	0.010320
5.410320	0.010320
5.420640	0.010840
5.431480	0.010320
5.500000	0.010320
5.510320	0.010320
5.520640	0.010840
5.531480	0.010320
5.600000	0.010320
5.610320	0.010320
5.620640	0.010840
5.631480	0.010320
5.700000	0.010320
5.710320	0.010320
5.720640	0.011120
5.731760	0.010320
5.800000	0.010320
5.810320	0.010320
5.820640	0.011120
5.831760	0.010320
5.900000	0.010320
5.910320	0.010320
5.920640	0.011120
5.931760	0.010320
6.000000	0.010320
6.010320	0.010320
6.020640	0.011120
6.031760	0.010320
6.100000	0.010320
6.110320	0.010320

6.120640	0.011120
6.131760	0.010320
6.200000	0.010320
6.210320	0.010320
6.220640	0.011120
6.231760	0.010320
6.300000	0.010320
6.310320	0.010320
6.320640	0.011120
6.331760	0.010320
6.400000	0.010320
6.410320	0.010320
6.420640	0.011120
6.431760	0.010320
6.500000	0.010880
6.600000	0.010880
6.700000	0.010880
6.800000	0.010880

Συνολική καθυστέρηση

SIP = **0.1768 sec**

H.323 = **1.3456 sec**

Στην περίπτωση του sip το sip μοιάζει πολύ με το http και το σύνολο των μεταδιδόμενων μηνυμάτων σηματοδοσίας είναι τέσσερα μηνύματα αιτήματος (Register, invite Ack, Bye) και ομοίως με το http έχουμε και μηνύματα κατάστασης 100 και 200. Μπορεί να είναι μεγάλης χωρητικότητας αλλά η καθυστέρηση της μετάδοσης των μηνυμάτων σηματοδοσίας είναι πολύ μικρότερη.

Η sip τοπολογία διαθέτει συνολική 7 μηνύματα

Αιτήματα	Απαντήσεις
REGISTER	100 status trying
INVITE	180 status ringing
ACK	200 status success
BYE	

Από την 'άλλη πλευρά η καθυστέρηση του H.323 είναι πολύ μεγαλύτερη γιατί στο σενάριο αυτό ανοίγει κανάλι TCP για τα βασικά μηνύματα σηματοδοσίας H.225.0 και H.245 του που σημαίνει πως θα υπάρχει και μήνυμα απάντησης για κάθε επιτυχημένη μετάδοση, επίσης έχουμε και τα μηνύματα H.225 RAS που διεξάγονται μέσω του UDP γιατί συμμετέχει και ένας gatekeeper στην τοπολογία.

Στην τοπολογία h323 έχουμε για τα μηνύματα σηματοδοσίας:

H.225 RAS UDP

Admission request/ Admission confirm

Disengage request/ Disengage confirm

H.225 TCP

Setup /ACK

Call proceeding/ACK

Alerting/ACK

Releasecomplete/ACK

H.245 μηνύματα TCP τα οποία ανταλλάσσονται ανάμεσα στα τερματικά

Connect/ACK

Master slave determination / ACK (υποχρεωτικό ακόμα και για συνδιασκέψεις που διεξάγονται ανάμεσα σε δύο άτομα)

Terminalcapability set/ACK

Openlogical channel/ACK

Closelogicalchannel/ACK

End session command/ACK

Ο λόγος η τοπολογία H.323 καθυστερεί περισσότερο είναι λόγω του μεγάλου αριθμού μηνυμάτων σηματοδοσίας που μεταδίδονται, η καθυστέρηση ισχύει ακόμα και αν χρησιμοποιούμε μόνο UDP και χωρίς gatekeeper.

Ποσοστό επιτυχώς μεταδιδόμενων πακέτων (μεταδιδόμενα πακέτα / απεσταλμένα πακέτα)

100% και για τις δύο τοπολογίες μόνο για τα μηνύματα σηματοδοσίας.

Χαμένα πακέτα (μεταδιδόμενα πακέτα - απεσταλμένα πακέτα)

Κανένα χαμένο πακέτο για τις δύο τοπολογίες μόνο για τα μηνύματα σηματοδοσίας, στα trace files και των δύο τοπολογιών δεν υπάρχει πουθενά το γράμμα d(drop) .

JITTER (end to end καθυστέρηση 2ου πακέτου – end to end καθυστέρηση του 1ου πακέτου) χρησιμότερη για τις ροές rtp

0ms και για τις δύο τοπολογίες

Η Η.323 τοπολογία είναι βασισμένη στην πρώτη έκδοση του Η.323, η δεύτερη έκδοση δίνει την δυνατότητα ενσωμάτωσης του h245 στα μηνύματα Η.225.0 με σκοπό την αποφυγή ανοίγματος ενός δεύτερου TCP καναλιού. Τα μηνύματα Η.245 ενσωματώνονται μέσα στο Η.225 για να μεταδοθούν, με αποτέλεσμα η καθυστέρηση να μειωθεί.

Μετρήσεις για την ροή των RTP πακέτων.

Τα τερματικά και στις δύο τοπολογίες είναι εξοπλισμένα με codec g711 με μετάδοση 50 πακέτων το δευτερόλεπτο και με την συνολική ρυθμαπόδοση να είναι 87.2kbps.

Τα πακέτα μεταδίδονται μέσω του RTP πρωτοκόλλου και η χωρητικότητα των πακέτων της ροής είναι 218 (58 κεφαλίδα + 160 φορτίο)bytes.

Τα αποτελέσματα των δύο τοπολογιών λόγω όμοιου εξοπλισμού θα είναι τα ίδια όσον αφορά την rtp ροη.

Ρυθμαπόδοση

$(50 * 218 / 1) * (8 / 1000) = 87.2 \text{kbps}$ για την καθεμία πλευρά

$87.2 * 2 = 174.4 \text{kbps}$ για κάθε τοπολογία.

Τα δύο πρωτόκολλα ξεχωρίζουν μόνο λόγω τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούν τα μηνύματα σηματοδοσίας για την έναρξη τον έλεγχο και τον τερματισμό μιας συνόδου ανάμεσα σε δύο τερματικά. Η κίνηση και ο τρόπος μετάδοσης των rtp πακέτων γίνεται απευθείας και όταν συμβαίνει αυτό ο proxy server η ο gatekeeper σταματούν την λειτουργία τους μέχρι ένας από τους χρήστες να κλείσει το τηλέφωνό του.

Τα μηνύματα σηματοδοσίας και η ροή πακέτων δεδομένων είναι δύο ξεχωριστές οντότητες.

Η καθυστέρηση end to end για την μετάδοση των RTP πακέτων, ισχύει και για τις δύο τοπολογίες:

Χρόνος λήψης πακέτου	End to end delay
4.200000	0.023488
4.200000	0.023488
4.220000	0.023488
4.220000	0.023488
4.240000	0.023488
4.240000	0.023488
4.260000	0.023488

4.260000	0.023488
4.280000	0.023488
4.280000	0.023488
4.300000	0.023488
4.300000	0.023488
4.320000	0.023488
4.320000	0.023488
4.340000	0.023488
4.340000	0.023488
4.360000	0.023488
4.360000	0.023488
4.380000	0.023488
4.380000	0.023488
4.400000	0.023488
4.400000	0.023488
4.420000	0.023488
4.420000	0.023488
4.440000	0.023488
4.440000	0.023488
4.460000	0.023488
4.460000	0.023488
4.480000	0.023488
4.480000	0.023488
4.500000	0.023488
4.500000	0.023488
4.520000	0.023488
4.520000	0.023488
4.540000	0.023488
4.540000	0.023488
4.560000	0.023488
4.560000	0.023488
4.580000	0.023488
4.580000	0.023488
4.600000	0.023488
4.600000	0.023488
4.620000	0.023488
4.620000	0.023488
4.640000	0.023488
4.640000	0.023488
4.660000	0.023488
4.660000	0.023488
4.680000	0.023488
4.680000	0.023488
4.700000	0.023488
4.700000	0.023488
4.720000	0.023488
4.720000	0.023488
4.740000	0.023488
4.740000	0.023488
4.760000	0.023488
4.760000	0.023488
4.780000	0.023488

4.780000	0.023488
4.800000	0.023488
4.800000	0.023488
4.820000	0.023488
4.820000	0.023488
4.840000	0.023488
4.840000	0.023488
4.860000	0.023488
4.860000	0.023488
4.880000	0.023488
4.880000	0.023488
4.900000	0.023488
4.900000	0.023488
4.920000	0.023488
4.920000	0.023488
4.940000	0.023488
4.940000	0.023488
4.960000	0.023488
4.960000	0.023488
4.980000	0.023488
4.980000	0.023488
5.000000	0.023488
5.000000	0.023488
5.020000	0.023488
5.020000	0.023488
5.040000	0.023488
5.040000	0.023488
5.060000	0.023488
5.060000	0.023488
5.080000	0.023488
5.080000	0.023488
5.100000	0.023488
5.100000	0.023488
5.120000	0.023488
5.120000	0.023488
5.140000	0.023488
5.140000	0.023488
5.160000	0.023488
5.160000	0.023488
5.180000	0.023488
5.180000	0.023488

Συνολική καθυστέρηση RTP πακέτων:

$0.023488 * 50$ πακέτα διακινούμενα από δύο ζεύξεις από την μια πλευρά = 1,1744 sec
(50pps)

Και οι δύο άκρες μετάδωσαν πακέτα στην ίδια χρονική περίοδο την ίδια στιγμή.

Επειδή και η άλλη πλευρά είναι ομοίως εξοπλισμένη τότε η συνολική καθυστέρηση της θα

είναι 1,1744 sec

άρα $1,1744 * 2$ τερματικά = 2.3 (2)sec συνολική καθυστέρηση.

Υπολογισμός Jitter

JITTER (end to end καθυστέρηση 2ου πακέτου – end to end καθυστέρηση του 1ου πακέτου) χρησιμότερη για τις ροές rtp

Είναι η περίπτωση όπου το κάθε πακέτο που ανήκει σε μία ροή αποστέλλεται και λαμβάνεται σε διαφορετικές χρονικές περιόδους και αποτελεί σημαντική μετρική απόδοσης για τί σε κανονικά δίκτυα τα πακέτα δεν έχουν κάποια συνέπεια ως προς την χρονική διαφορά καθυστέρησης μεταξύ των πακέτων, αυτός είναι ένας από τους λόγους που η ποιότητα εικόνας και ήχου σε πραγματικό χρόνο είναι σχεδόν καλής ποιότητας.

Εξωτερικοί παράγοντες όπως συμφόρηση κίνησης και θόρυβος είναι υπαίτιοι για την αύξηση του και αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την κακή ποιότητα των βιντεοκλήσεων όπως κακό lip sync και παραμόρφωση φωνής που προκαλούνται από πολλά χαμένα πακέτα και μεταδιδόμενα πακέτα στην λάθος σειρά.

Μηχανισμοί Qos όπως πρωτόκολλα προτεραιότητας πακέτων χρησιμοποιούνται για την επίλυση του προβλήματος αυτού φέρνοντας την ποσότητα jitter σε ανεκτικά επίπεδα, τα προεπιλεγμένα ανεκτικά επίπεδα για το jitter δεν είναι ξεκάθαρα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω οι χρονικές διαφορές των πακέτων αποστολής – λήψης των RTP πακέτων είναι οι ίδιες άρα:

Jitter= $0.023488 - 0.023488 = 0\text{ms}$.

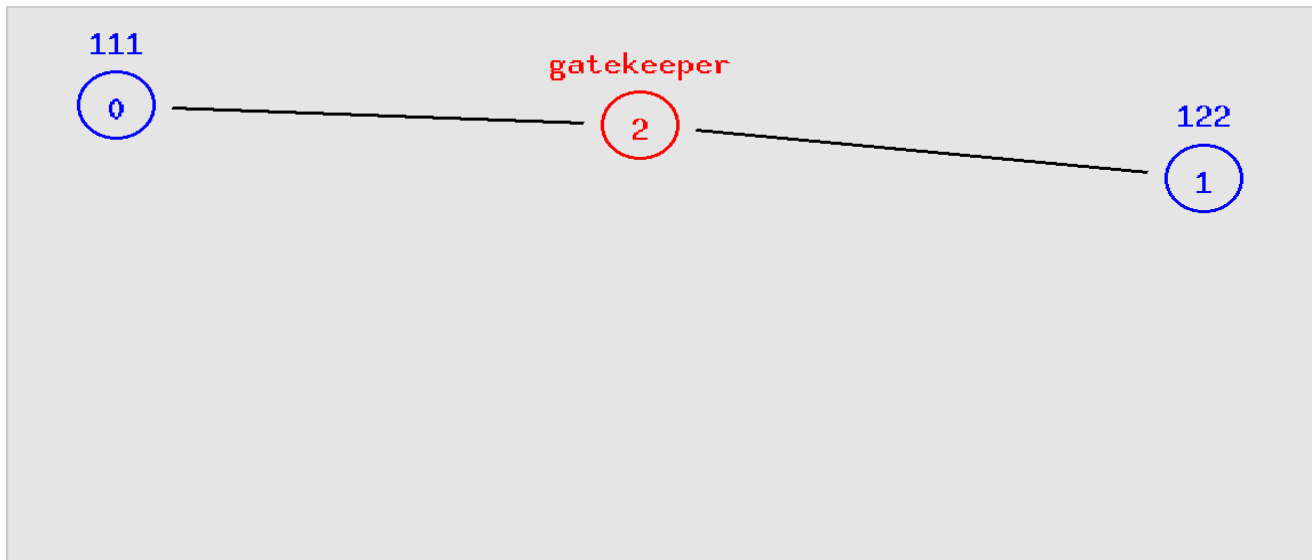
Άλλη επίλυση προβλημάτων του Jitter είναι η χρήση Jitter buffer.

Τα jitter buffers είναι υπεύθυνα για το σταθερό και συνεπή χρόνο παραγωγής -λήψης των πακέτων. Βρίσκεται τοποθετημένο στο τερματικό σημείο και επιτηδευμένα καθυστερεί τα λαμβανόμενα πακέτα ώστε ο χρήστης να βιώσει καλύτερη ποιότητα φωνής με μικρή παραμόρφωση. Υπάρχουν δύο είδη jitter buffer, στατικά και δυναμικά, το στατικό το jitter buffer ρυθμίζεται από τον κατασκευαστή επειδή είναι υλικό και στο δυναμικό το jitter buffer ρυθμίζεται από τον διαχειριστή δικτύου με σκοπό να προσαρμόσει το δίκτυό του στις αλλαγές που σχετίζονται με την καθυστέρηση του, ανήκει στην κατηγορία του λογισμικού. Τα RTP πακέτα και στις δύο τοπολογίες μεταδίδονται κάθε 20ms (0.02).

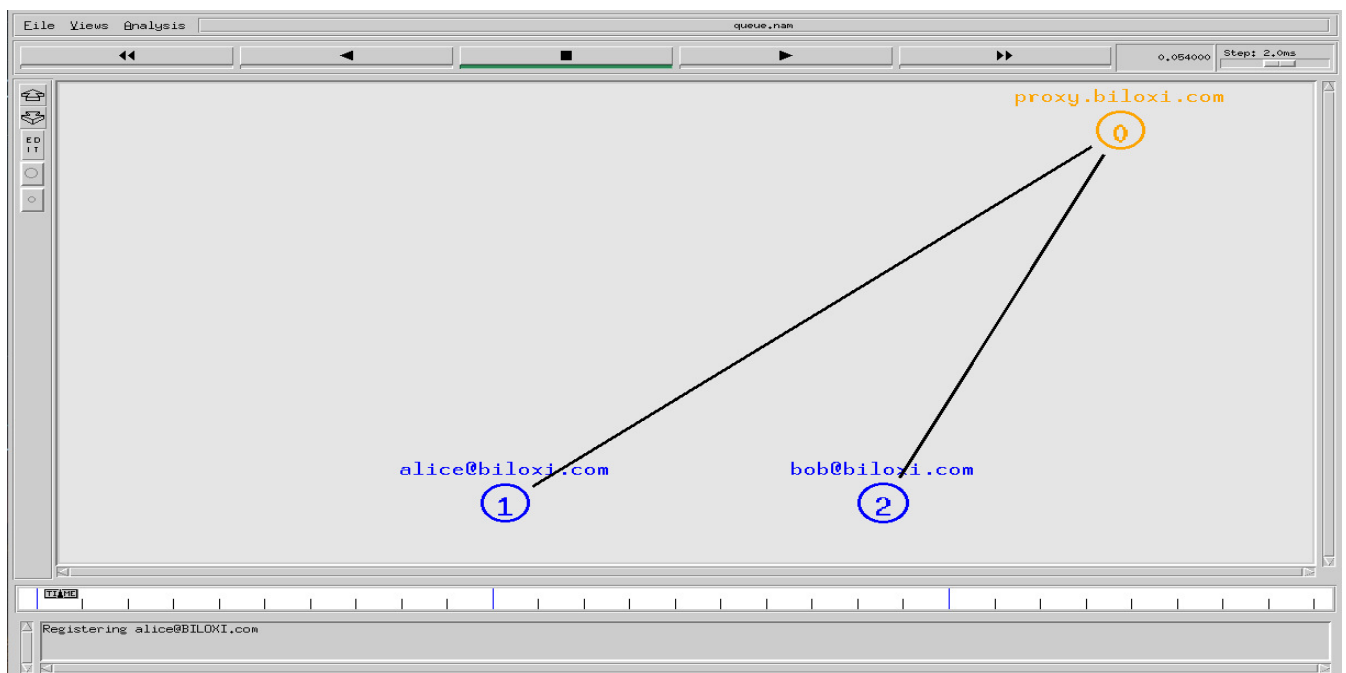
ΜΕΡΟΣ 4

Ποσοτικοποίηση των γραφημάτων των παρακάτω TCL σεναρίων

Τοπολογία βασισμένη στο πρωτόκολλο H.323



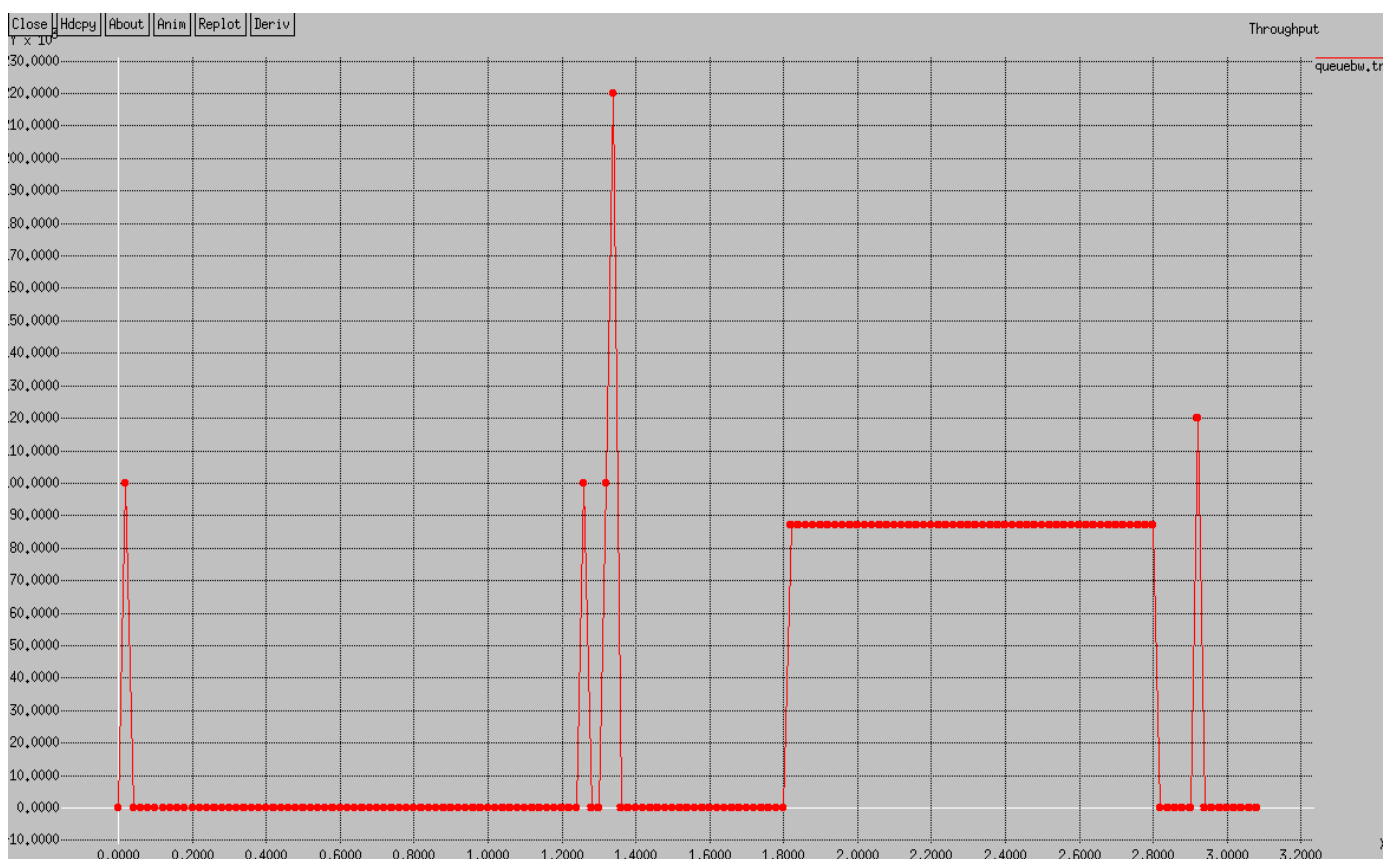
Τοπολογία βασισμένη στο SIP (Session Initiation protocol)



Στα γραφήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα ποσοστά πακέτων που έχουν ληφθεί από το κάθε τερματικό και επίσης ασχολούνται με το εύρος ζώνης που καταναλώνει το καθένα, οι ποσοτικοποιήσεις αυτές θα γίνουν με την βοήθεια του xgraph.

SIP τοπολογία

Λήψη πακέτων του κόμβου Alice@biloxi.com

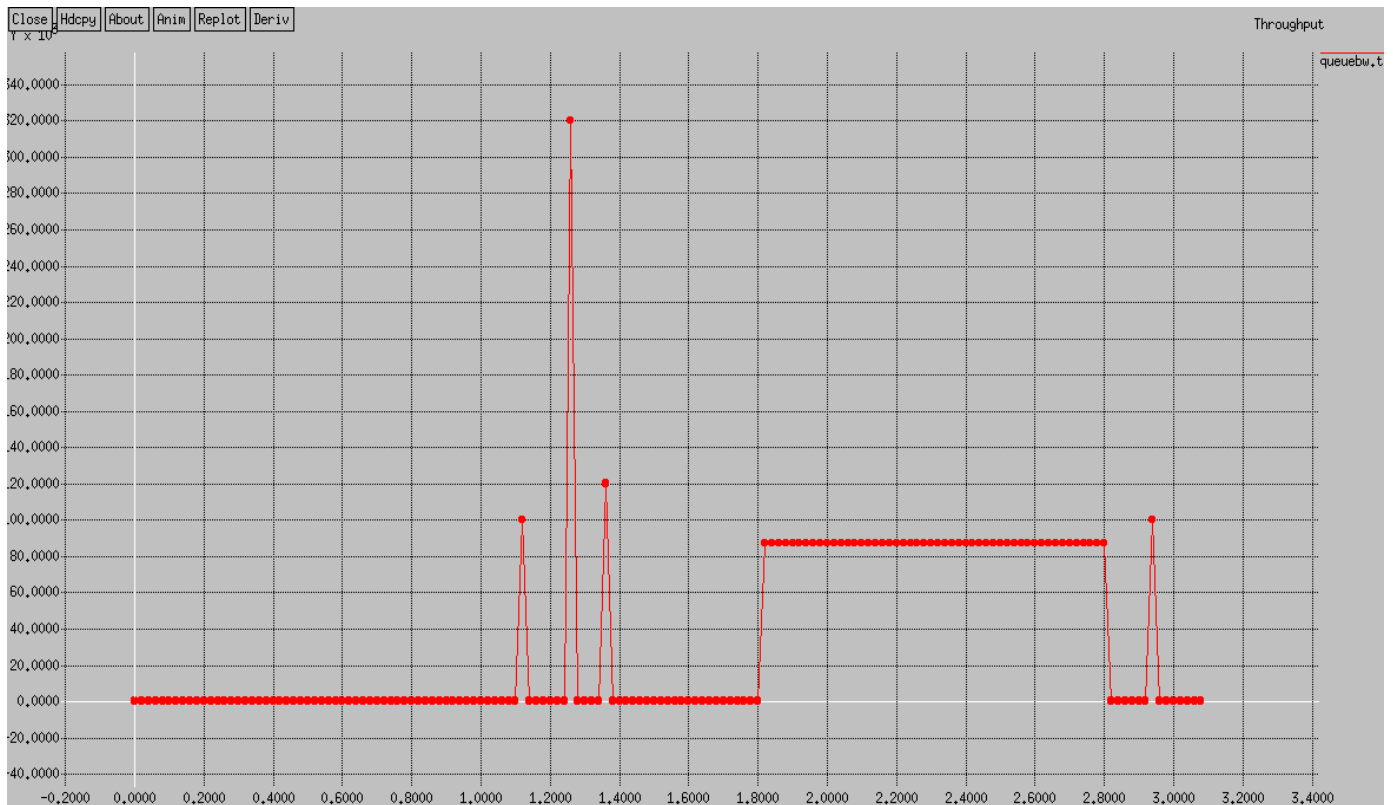


Η κάθετη γραμμή απεικονίζει το ποσοστό εύρους ζώνης που καταναλώνει το κάθε πακέτο σε kbps, η οριζόντια γραμμή απεικονίζει τον χρόνο της προσομοίωσης ενώ οι τελείες απεικονίζουν τα πακέτα.

Σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα ο κόμβος alice@biloxi.com έχει λάβει 5 πακέτα σηματοδοσίας και 50 πακέτα rtp ροής τα μηνύματα με την σειρά από τα αριστερά προς τα δεξιά είναι:

```
status 200 100kbps
status 200 100kbps
status 100 (trying) 100kbps
status 180 (RINGING) 220kbps
RTP πακέτο x 50 87.2kbps
BYE μήνυμα 120kbps
```

Τώρα θα ρίξουμε μία ματιά στον αριθμό πακέτων που έχει λάβει ο χρήστης bob@biloxxi.com



Τα πακέτα τα οποία έλαβε είναι 4 μηνύματα σηματοδοσίας και 50 rtp πακέτα:

Status code 200 (επιτυχημένη αποστολή register) 100kbps

Invite μήνυμα 320kbps

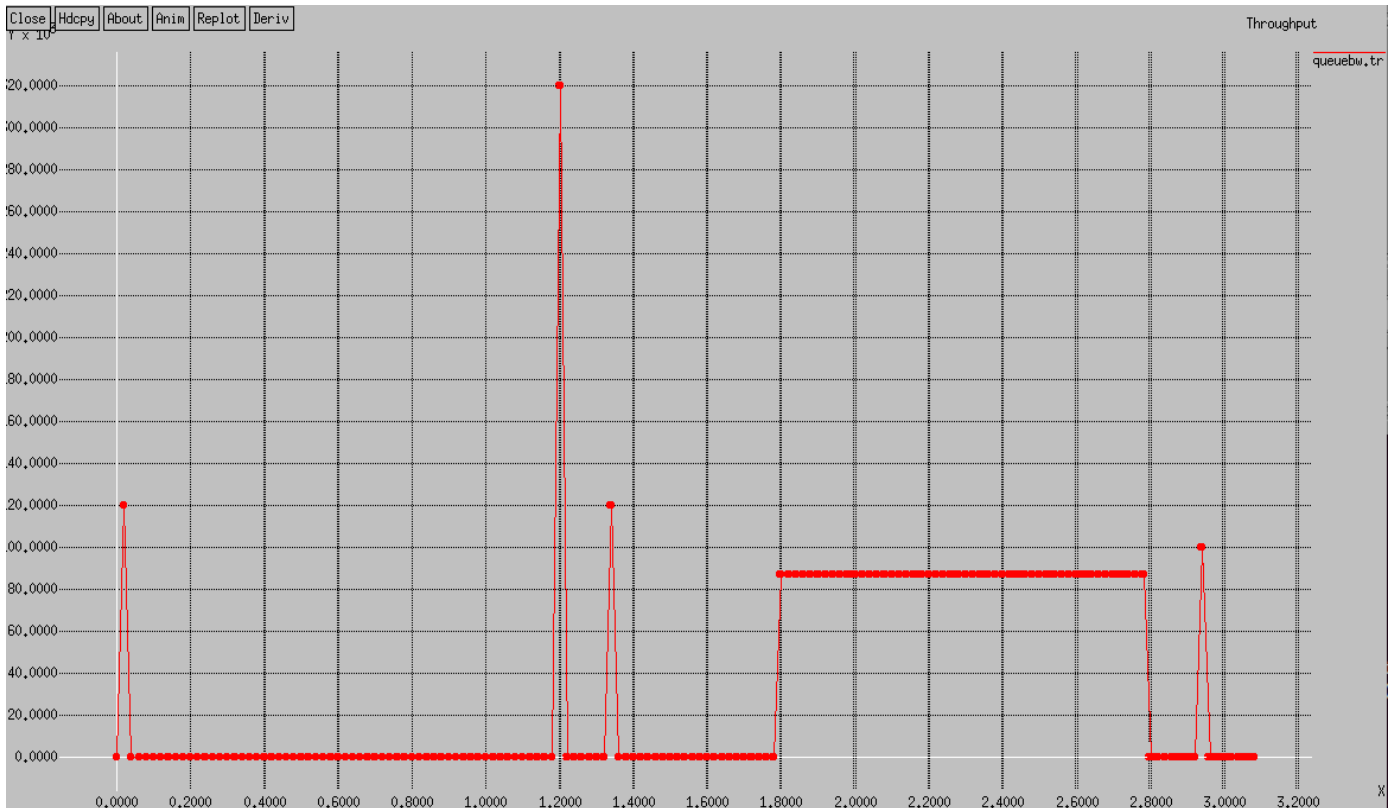
ACK μήνυμα 120kbps

50 RTP πακέτα 87.2kbps

Status code 200 100kbps

Οι επόμενοι δύο γράφοι που ακολουθούν ασχολούνται με τον αριθμό πακέτων που έλαβε ο proxy server.

Alice@biloxi.com - proxy



Από αριστερά προς δεξιά εν συνόλω τα πακέτα σηματοδοσίας που έλαβε είναι 4 ενώ για την ροή RTP δεν θα δώσουμε σημασία σε αυτό το σημείο γιατί γίνεται απευθείας και ο proxy στο σενάριο αυτό ασχολείται αποκλειστικά με τα μηνύματα σηματοδοσίας. Μηνύματα σηματοδοσίας που έλαβε ο proxy απο τον κόμβο alice@biloxi.com

Από αριστερά προς τα δεξιά:

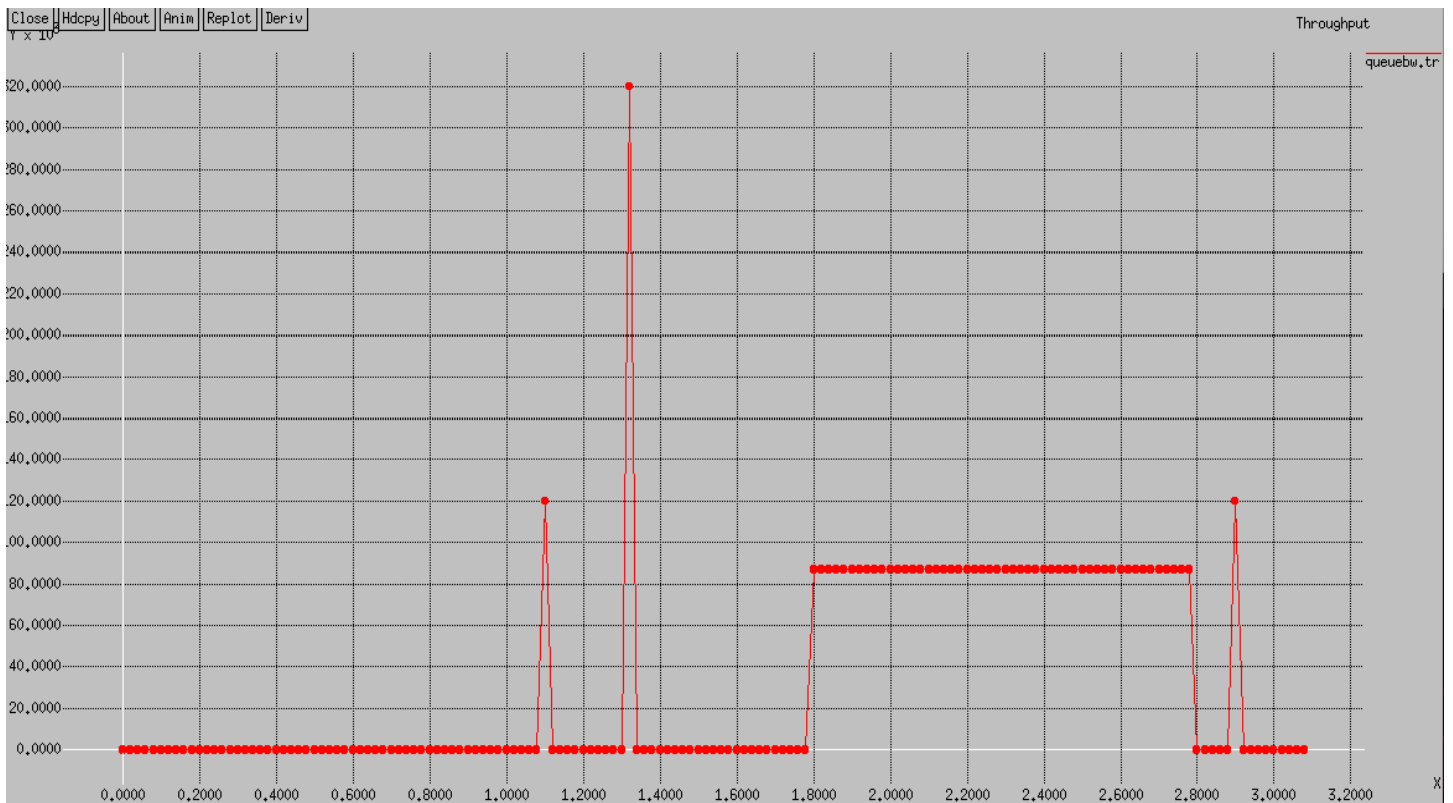
Μήνυμα REGISTER 120kbps

Μήνυμα INVITE 320kbps

Μήνυμα ACK 120kbps

Μήνυμα status 200 100kbps

Μηνύματα σηματοδοσίας που έλαβε ο proxy έπο τον κόμβο bob@biloxi.com



Και σε αυτήν την περίπτωση έχουμε 4 πακέτα σηματοδοσίας λαμβανόμενα από τον bob@biloxi.com το πακέτο που καταναλώνει 320.kbps είναι δύο πακέτα που μεταδίδονται την ίδια στιγμή, το μήνυμα RINGING και το μήνυμα TRYING

Από αριστερά προς τα δεξιά τα πακέτα είναι:

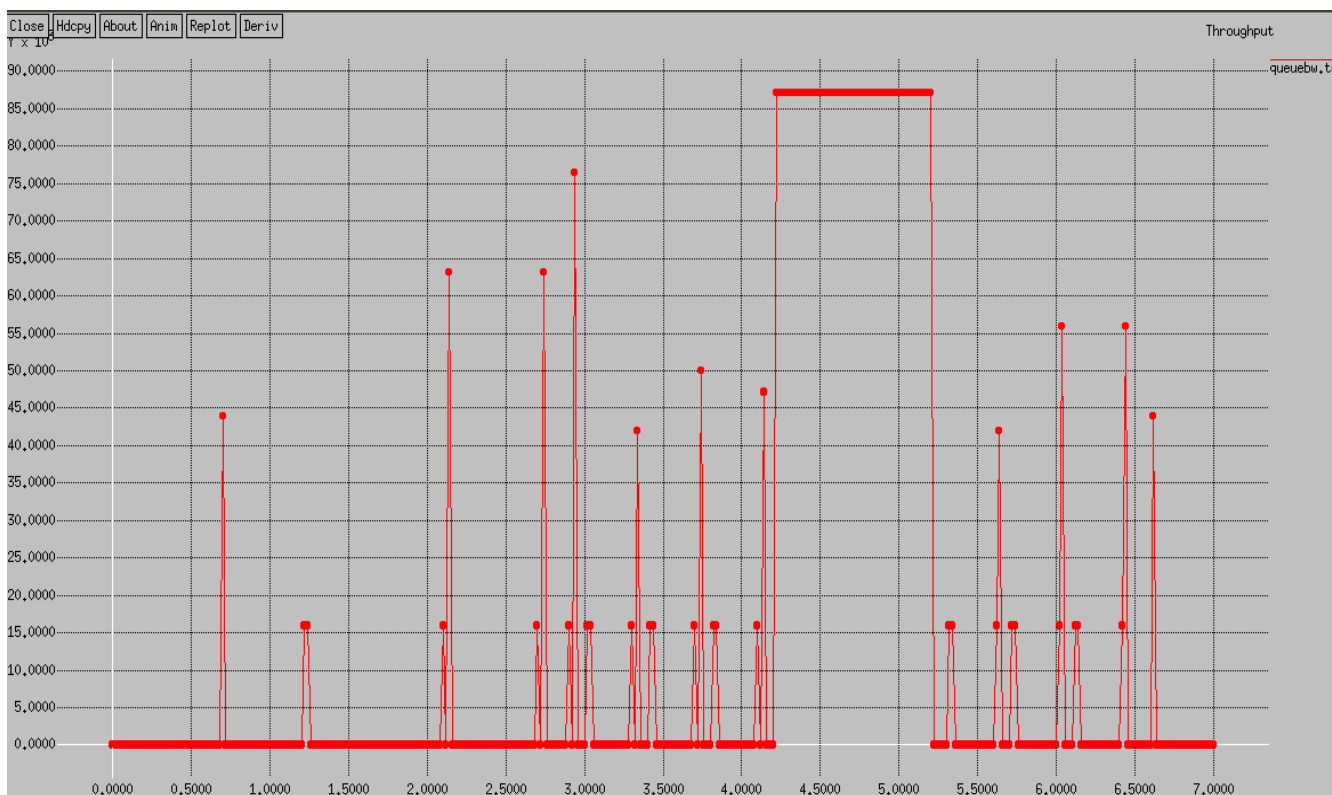
Register 120kbps

RINGING/ TRYING (220kbps+100kbps = 320kbps)

BYE 120kbps.

H.323 τοπολογία

Λήψη πακέτων του κόμβου 111



Σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα συγκριτικά με το SIP, το H.323 είναι πολύ πιο πολύπλοκο πρωτόκολλο γιατί χρησιμοποιεί το TCP ανοίγοντας δύο κανάλια για την μετάδοση των H.225 και H.245 και επειδή χρησιμοποιείται ένας gatekeeper χρησιμοποιείται το udp για την μετάδοση των μηνυμάτων H.225 (Registration admission status) στο script όποτε μεταδίδεται κάποιο μήνυμα με το tcp πριν την μετάδοσή του θα μεταδίδονται τα μηνύματα tcp και tcpsynack που σηματοδοτούν το άνοιγμα του καναλιού και για κάθε πακέτο που μεταδίδεται από τον αποστολέα, ο αποστολέας θα πρέπει να λαμβάνει ένα μήνυμα tcp ACK που επιβεβαιώνει την επιτυχία της αποστολής.

Αυτός είναι ένας από τους δύο λόγους πολυπλοκότητας του H.323 ως προς την τοπολογία αυτή, η (μη υποχρεωτική) χρήση του TCP και η ποσότητα των μηνυμάτων σηματοδοσίας που μπορεί να καθυστερήσει το δίκτυο. Όμως στα θετικά τα μηνύματα έχουν δυαδική μορφοποίηση με αποτέλεσμα το μέγεθος τους να είναι μικρό, καθιστώντας τις υλοποιήσεις του πρωτοκόλλου αυτού ιδανικές για δίκτυα χαμηλού εύρους ζώνης

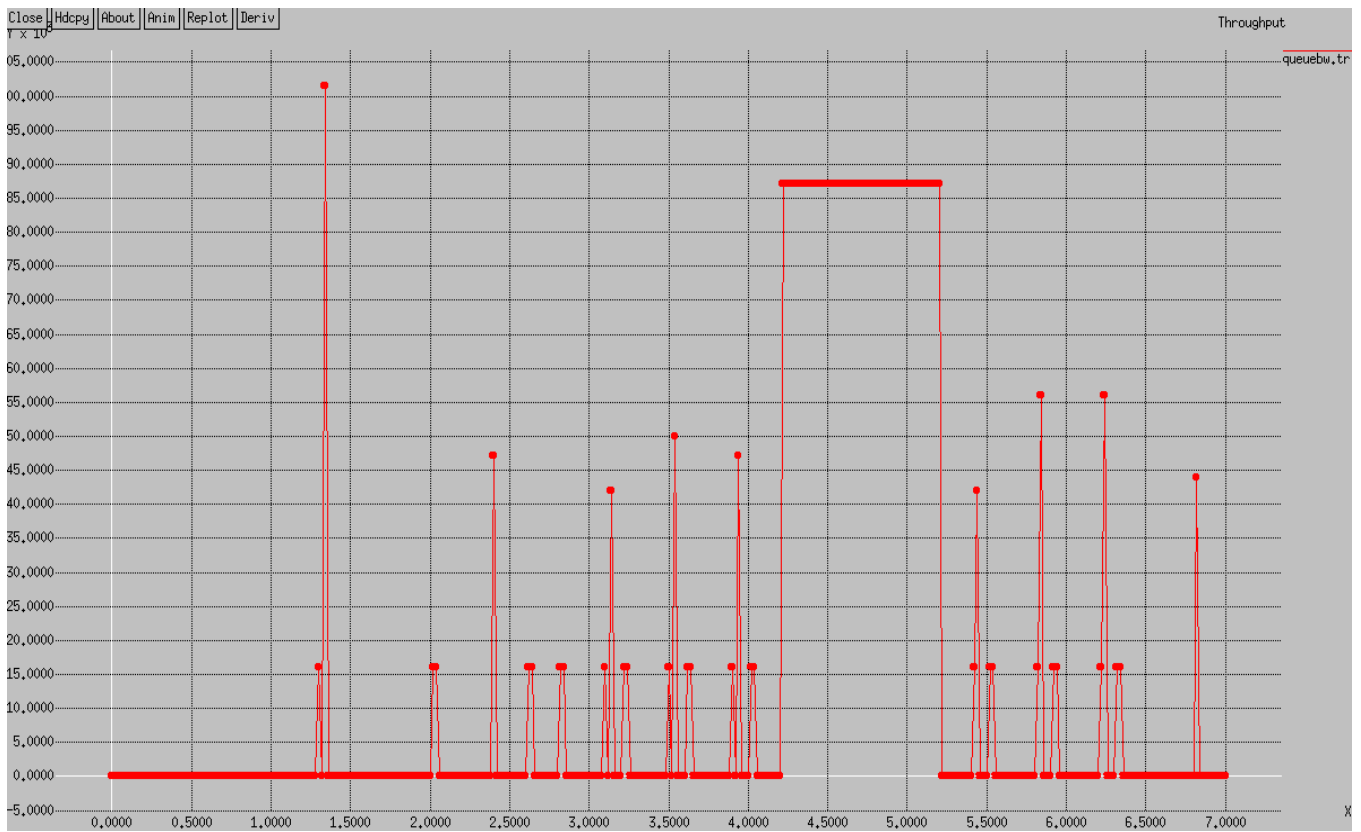
Μηνύματα σηματοδοσίας που έλαβε ο κόμβος 111:

23 tcp πακέτα γενικού σκοπού 16 kbps 11 μηνύματα σηματοδοσίας και 50 rtp πακέτα

Από αριστερά προς τα δεξιά:

RAS admission confirm	45 kbps	H.245 Request close logicalchannel	42kbps
H225 Call proceeding	63, 2 kbps	H.245 End session command	56kbps
H225 Alerting	63.2 kbps	H.225 Release complete	56kbps
H245 Connect	76.4 kbps	H.225 RAS Disengage confirm	44kbps
H245 Master-slave determination	42kbps		
H245 Terminal capability set	50kbps		
H245 Open logical channel	47.2kbps		
RTP packets 50 πακέτα	87.2kbps		

Πακέτα που λήφθηκαν από τον κόμβο 122



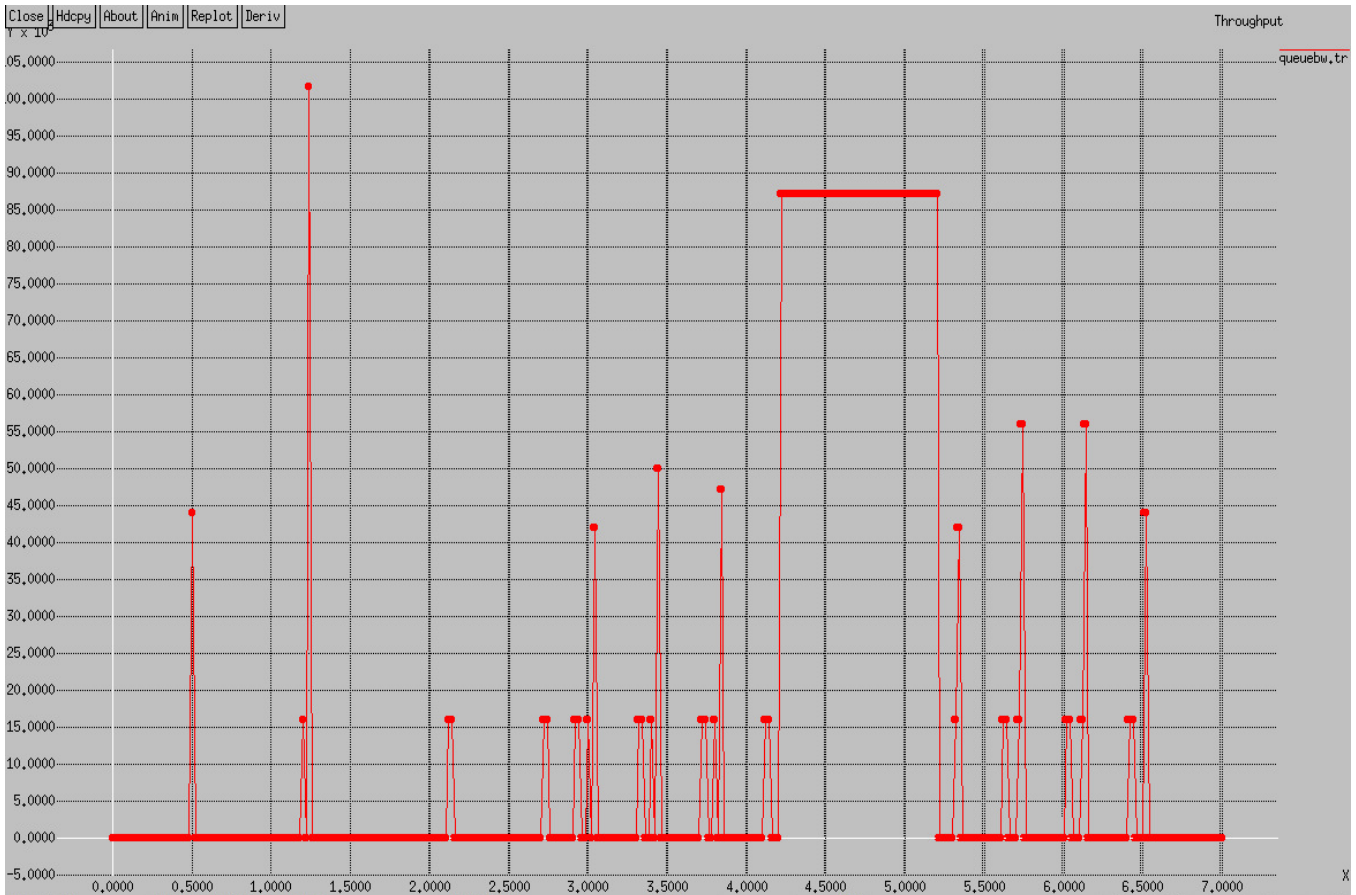
25 Μηνύματα για την έναρξη καναλιού 16kbps το καθένα 9 πακέτα σηματοδότησης και 50 rtp πακέτα

Λαμβανόμενα μηνύματα από τα αριστερά προς τα δεξιά:

H225 Setup message 101.6 kbps
H225 RAS Admission confirm 47.2kbps
H245 master slave determination 42kbps
H245 Terminal capability set 50kbps
H245 Openlogicalchannel 47.2kbps
RTP direct call flow 87.2kbps X 50pkts
H.245 Request close logical channel 42kbps
H.245 End session command 56kbps
H.225 Release complete 56kbps
H.225 RAS Disengage confirm 44kbps

Τώρα θα ρίξουμε μία ματιά σε δύο ακόμη γραφήματα που απεικονίζουν τα πακέτα που έλαβε ο gatekeeper
 ένα για τα μηνύματα που έλαβε από τον κόμβο 111 και ένα για τα μηνύματα που έλαβε από τον κόμβο 122.
 Στα παρακάτω γραφήματα δεν λαμβάνουμε υπόψη την ροή των RTP πακέτων γιατί η μετάδοση έγινε απευθείας ανάμεσα στα τηλέφωνα και δεν τα επεξεργάστηκε.

111 - gatekeeper

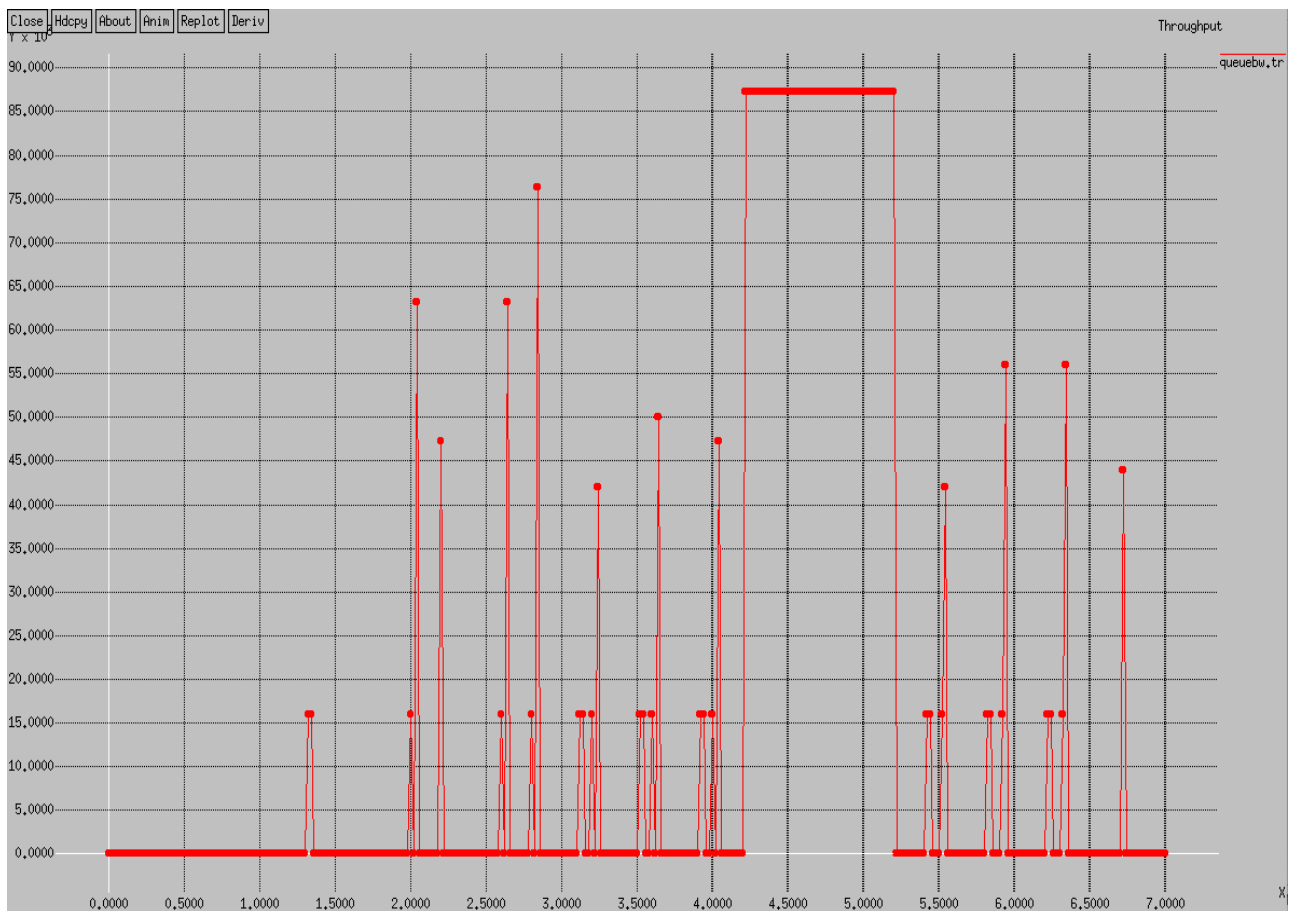


25 tcp πακέτα γενικού σκοπού και 9 πακέτα σηματοδοσίας

Απο αριστερά προς τα δεξιά:

H225 RAS Admission request	45kbps
H225 Setup	101.6kbps
H245 master slave determination	42kbps
H245 Terminal capability set	50kbps
H245 Openlogicalchannel	47.2kbps
H.245 Request close logical channel	42kbps
H.245 End session command	56kbps
H.225 Release complete	56kbps
H.225 RAS Disengage request	44kbps

122 - gatekeeper



23 τερ πακέτα για την έναρξη /επιβεβαίωση καναλιού 16kbps

Λαμβανόμενα μηνύματα από αριστερά προς τα δεξιά:

H225 Call proceeding	63,2 kbps
H225 RAS admission request	47.2kbps
H225 Alerting	63.2 kbps
H245 Connect	76.4 kbps
H245 master slave determination	42kbps
H245 Terminal capability set	50kbps
H245 Openlogicalchannel	47.2kbps
H.245 Request close logical channel	42kbps
H.245 End session command	56kbps
H.225 Release complete	56kbps
H.225 RAS Disengage request	44kbps

Παρατήρηση για την κίνηση RTP σε όλους τους γράφους:

Όλα τα τηλέφωνα ανεξαρτήτου τοπολογίας είναι εξοπλισμένα με codec G711 και βλέπουμε πως υπακούν στις προδιαγραφές του codec αυτού το μέγεθος των πακέτων είναι 218 byte και μεταδίδονται περίπου 50 το

Δευτερόλεπτο, με ρυθμό μετάδοσης 87.2 kbps το καθένα ενώ γενικά δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα με χαμένα πακέτα και jitter, για περισσότερες πληροφορίες ανατρέξτε στο 1^ο μέρος της υλοποίησης.

Συμπέρασμα απόδοσης μηνυμάτων σηματοδοσίας με βάση τους γράφους του τέταρτου και τις μετρήσεις καθυστέρησης του τρίτου τμήματος

H.323 μεγάλη καθυστέρηση λόγω μεγάλης ποσότητας πακέτων αλλά μικρό μέγεθος με αποτέλεσμα μικρή κατανάλωση εύρους ζώνης.

SIP μικρή καθυστέρηση λόγω μικρής ποσότητας πακέτων σηματοδοσίας μεγάλη όμως κατανάλωση εύρους ζώνης λόγω του μεγάλου μεγέθους των πακέτων.

Επίλογος/ Συμπεράσματα

Στην πτυχιακή εργασία ο φοιτητής είχε ως σκοπό να περιγράψει τον τρόπο λειτουργίας μιας τοπολογίας VoIP δίνοντας βάρος στα πρωτόκολλα σηματοδοσίας SIP και H.323, έγινε αναφορά στον τρόπο λειτουργίας του PSTN και στις συνθήκες που οδήγησαν τις εταιρίες να προσπαθήσουν να αντικαταστήσουν εξ ολοκλήρου τον παλιό εξοπλισμό τους για χάρη του πιο ευέλικτου VoIP, με αποτέλεσμα στην κατάληξη ενός υβριδικού μοντέλου υποδομών με δυνατότητα διαλειτουργικότητας με το PSTN ενώ ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον τρόπο λειτουργίας των πρωτοκόλλων SIP και H.323. Το κεντρικό θέμα της εργασίας ήταν η σύγκριση των δύο αυτών πρωτοκόλλων και ποιό είναι το πιο καταλληλότερο. Το SIP είναι πιο δημοφιλές λόγω της απλότητας του ως προς την σηματοδότηση του και για τι είναι συμβατό με το μεγαλύτερο τμήμα του διαδικτύου, το H.323 από την άλλη έχει ρίζες παραδοσιακής τηλεφωνικής επικοινωνίας και η διαδικασία σηματοδοσίας πριν την μετάδοση φωνής συνήθως είναι πολύ πιο πολύπλοκη, αυτός είναι ένας από τους λόγους που δεν επιδέχεται τέτοιας δημοτικότητας αλλά όσον αφορά τον έλεγχο και τις τηλεδιασκέψεις είναι πολύ ισχυρό και “ώριμο” σε αντίθεση με το sip. Με όλο και περισσότερες επιχειρήσεις και οικίες να έχουν ενσωματώσει το internet στην καθημερινότητα τους, ήταν θέμα χρόνου να επινοηθεί και μία τηλεφωνική υπηρεσία που θα βασίζεται στο internet εξαλείφοντας σχεδόν τους παραδοσιακούς φορείς με σκοπό την αποφυγή επιπλέον φόρων, δηλαδή αν δύο συσκευές έρθουν σε επαφή και έχουν και οι δύο VoIP εξοπλισμό τότε δεν θα υπάρξει χρέωση, αν όμως θέλουμε να έρθουμε σε επαφή με κάποιο τηλέφωνο που ανήκει στο PSTN τότε θα υπάρξει χρέωση για μία από τις δύο πλευρές. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω η δημοτικότητα της τεχνολογίας αυτής μόνο τυχαία δεν μπορεί να θεωρηθεί μιας και είναι πολύ πιο ευέλικτη και από πλευράς κόστους και από πλευράς υλοποίησης. Επίσης ο φοιτητής στο τμήμα υλοποίησης χρησιμοποίησε το NS2 για να υλοποιήσει πιστές προσομοιώσεις απλών ενσύρματων υποδομών που βασίζονται στα SIP και H.323 και αναλύθηκε σε βάθος ο προσδιορισμός της χωρητικότητας των RTP πακέτων, τα tcl σενάρια προσομοιώνουν σχεδόν με ακρίβεια την συμπεριφορά των πρωτοκόλλων σηματοδοσίας SIP και H.323 ενώ και στις δύο τοπολογίες τα τηλέφωνα χρησιμοποιούν codecs G711 και με βάση τις προδιαγραφές του codec προσδιορίστηκε η χωρητικότητα των πακέτων RTP καθώς και η ποσότητα των μεταδιδόμενων πακέτων το δευτερόλεπτο και η κατανάλωση του εύρους ζώνης, τόσο για τα RTP πακέτα όσο και για τα μηνύματα σηματοδοσίας. Στο πρώτο και δεύτερο μέρος της υλοποίησης ο φοιτητής προσομοίωσε και παράλληλα περιέγραψε τον τρόπο λειτουργίας του SIP και H.323 με βάση τις προσομοιώσεις του. Στο τρίτο μέρος ο φοιτητής απλοποίησε την SIP τοπολογία με σκοπό να επικεντρωθεί στην σύγκριση της συμπεριφοράς των μηνυμάτων σηματοδοσίας με ποσοτικοποιήσεις που αφορούν την συνολική καθυστέρηση των πακέτων σηματοδοσίας, τον υπολογισμό της ρυθμαπόδοσης και του jitter ενώ έγιναν περιληπτικές αναφορές για την πρόκληση του jitter και τρόποι επίλυσης του. Τέλος στο τέταρτο μέρος της υλοποίησης τα πρωτόκολλα σηματοδοσίας συγκρίθηκαν με την βοήθεια του xgraph μέσω γραφημάτων τα οποία περιγράφουν την ποσότητα των λαμβανόμενων πακέτων από κάθε τερματικό σημείο, τον χρόνο μετάδοσής τους, το εύρος ζώνης που καταναλώνει το καθένα και τέλος σύγκριση των αποτελεσμάτων με βάση τις παραπάνω ποσοτικοποιήσεις.

Περιληπτικά σύμφωνα με τις υλοποιήσεις του 6^{ου} κεφαλαίου το SIP είναι πολύ πιο ευέλικτο λόγω της διαλειτουργικότητας που έχει με άλλα πρωτόκολλα επιπέδου εφαρμογών όπως το SDP και λόγω του τρόπου διευθυνσιοδότησης που παραπέμπει σε e-mail και για τον τρόπο σηματοδοσίας που μοιάζει με το HTTP με μηνύματα αιτημάτων και μηνύματα κατάστασης και η ποσότητα των μηνυμάτων σηματοδοσίας είναι πολύ μικρή με αποτέλεσμα οι πιθανότητες συμφόρησης να είναι μικρές όμως όσον αφορά το εύρος ζώνης που

καταναλώνουν είναι απαιτητικά και για τον λόγο αυτό έχουν υλοποιηθεί τεχνικές ώστε να μορφοποιηθούν δυαδικά με σκοπό τη μείωση του μεγέθους τους. Το H.323 από την άλλη όψη του νομίσματος είναι ισχυρότερο, διαθέτει καλύτερη διαλειτουργικότητα με το PSTN και τα πακέτα σηματοδότησης είναι μικρά σε μέγεθος λόγω της δυαδικής μορφοποίησης τους αλλά ακόμα και με δυνατότητες tunneling και πάλι υπάρχει ο κίνδυνος συμφόρησης λόγω της ποσότητας των πακέτων η οποία αυξάνεται αν στην τοπολογία συμπεριληφθεί ένας gatekeeper ενώ αλλά μηνύματα σηματοδότησης με υπηρεσίες που δεν χρειάζονται θα μεταδοθούν ούτως η άλλως και τα πρωτόκολλα που σχετίζονται με τον έλεγχο και τον τερματισμό μίας συνόδου ανήκουν στην σειρά H.xxx της ITU, επίσης στο sip η συμμετοχή πολλαπλών χρηστών γίνεται δυναμικά οποιαδήποτε στιγμή ενώ στο H.323 χρειαζόμαστε ένα MCU για την συμμετοχή τριών η περισσότερων τερματικών. Δικαίως το SIP τον τελευταίο καιρό λόγω της ενσωμάτωσης του διαδικτύου στην καθημερινότητα μας υιοθετείται από έναν μεγάλο αριθμό εταιριών ως το βασικό VoIP πρωτόκολλο που υλοποιείται στις επιχειρήσεις τους λόγω της άμεσης διαλειτουργικότητας με τα υπόλοιπα πρωτόκολλα IP αλλά μπορεί να συνεργαστεί με το H.323 γιατί το τελευταίο περιλαμβάνει καλύτερης ποιότητας βιντεοκλήσεις με τα CODECS βίντεο H.261 H.263 και H.264 η MPEG-4 και τέλος τα πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς που μοιράζονται από κοινού είναι τα TCP η UDP και η υλοποίηση του καθενός ως προς τα μηνύματα σηματοδότησης εξαρτάται από το μέγεθος της υποδομής και την γεωγραφική τους κάλυψη πχ το UDP συνιστάται σε δίκτυα με επαρκή εύρος ζώνης με μικρότερο αριθμό VoIP συσκευών ενώ το TCP με την μέθοδο χειραψίας ενώ είναι περισσότερο επιβαρυνόμενο ως προς την ποσότητα πακέτων, όμως οι μηχανισμοί ελέγχου λαθών το καθιστά ως ιδανική επιλογή με διαβεβαιωμένη αποστολή του πακέτου. Όσον αφορά το επίπεδο μεταφοράς στα RTP η καλύτερη λύση είναι το UDP λόγω άμεσης μετάδοσης των μηνυμάτων χωρίς πολλές καθυστερήσεις, σίγουρα δεν είναι αξιόπιστο πρωτόκολλο μεταφοράς όμως σε σχέση με το TCP δεν πρόκειται να υπάρξει κανένας έλεγχος λαθών αν κάποιο πακέτο χαθεί η σταματήσει με αποτέλεσμα τα πακέτα να συνεχίζουν να μεταδίδονται ανεξέλεγκτα, σίγουρα με το UDP στο επίπεδο μεταφοράς η ποιότητα βίντεο και ήχου δεν θα είναι πάντα η καλύτερη δυνατή αλλά οι περιστασιακές διακοπές/ παραμορφώσεις του ήχου η χαμηλή ποιότητα της εικόνας είναι προτιμότερες από τις καθυστερήσεις που θα προσέφερε το TCP με τους ελέγχους λαθών, μιας και αν στην περίπτωση αυτή χαθεί έστω και ένα πακέτο τότε τα επόμενα πακέτα στη σειρά θα περιμένουν τη σειρά τους μέχρι να επαναμεταδοθεί, η ποιότητα του ήχου σε πραγματικό χρόνο θα ήταν πολύ χειρότερη, οπότε θεωρείται καλύτερα να χρησιμοποιηθεί το UDP ώστε τα πακέτα να μεταδοθούν απευθείας και η ροή του ήχου συνεχίζεται ακόμη και αν υπάρξουν διακοπές. Τέλος, ανάμεσα σε άλλα χαρακτηριστικά που έχουν ως κοινό είναι το μοντέλο πελάτη εξυπηρετητή στη βάση τους και στο ότι το μοντέλο αναφοράς που χρησιμοποιείται είναι το TCP/IP, επιπλέον παρατηρήθηκε ότι μεγάλο μέρος των πακέτων δομούνται με βάση το μοντέλο αυτό.

Βιβλιογραφία/πηγές:

1. Bruce Hartpence. (2013). *Packet guide to Voice over IP*. Εκδόσεις O'reilly.
2. CiscoHQ. (n.d.). *Guide to Cisco Systems' VoIP Infrastructure Solution for SIP Chapter 1*. Ανακτήθηκε από:
http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk701/technologies_configuration_guide_book09186a00800eaa0e.html
3. CiscoHQ. (n.d.). *www.cisco.com Getting started with your ip Phone version 1.0*. Ανακτήθηκε από:
http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice_ip_comm/cuipph/7960g_7940g/sip/1_0/english/administration/guide/ver1_0/install.html
4. *digium -Asterisk company What-is-quality-of-service*. (n.d.). Ανακτήθηκε από:
<https://www.digium.com/solutions/ip-phone-systems/what-is-quality-of-service>
5. J. Rosenberg. (2002). *request for comments 3261*. IETF.
6. Jonathan, R. H. (n.d.). *A comparison of SIP and H.323 for internet telephony*. Ανακτήθηκε από:
http://www.cs.columbia.edu/~hgs/papers/Schu9807_Comparison.pdf
7. Public switched telephone network, W. (n.d.). Ανακτήθηκε από:
https://en.wikipedia.org/wiki/Public_switched_telephone_network
8. Toncar, V. (n.d.). *Toncar.cz H.323 Call Flow*. Ανακτήθηκε από:
http://toncar.cz/Tutorials/VoIP/VoIP_Protocols_H323_Call_Flow.html
9. *Wikipedia Session Initiation Protocol*. (n.d.). Ανακτήθηκε από:
https://en.wikipedia.org/wiki/Session_Initiation_Protocol
10. *Wikipedia Voice over IP*. (n.d.). Ανακτήθηκε από:
https://en.wikipedia.org/wiki/Voice_over_IP
11. *www.cisco.com VoIP bandwidth consumption*. (n.d.). Ανακτήθηκε από:
<http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/voice/voice-quality/7934-bw-width-consume.html>
12. Αρσένης, Σ. (2008). *Σχεδιασμός και υλοποίηση δικτύων*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
13. *ΣΥΖΕΥΞΙΣ H.323 πάνω από το Internet Protocol*. (n.d.). Ανακτήθηκε από:
<http://www.syzefxis.gov.gr/node/30>
14. *Wikipedia History of telephone* (n.d). Ανακτήθηκε από:
https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_telephone
15. *Wikipedia Alexander graham bell* (n.d) Ανακτήθηκε από:
https://en.wikipedia.org/wiki/Alexander_Graham_Bell

