



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**Ανάπτυξη IMS Application Server για την παροχή
υπηρεσιών με επίγνωση της θέσης του πελάτη**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεωργία-Δήμητρα Π. Μυλωνά

Επιβλέπων: Συκάς Ευστάθιος

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2014



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Ανάπτυξη IMS Application Server για την παροχή
υπηρεσιών με επίγνωση της θέσης του πελάτη**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεωργία-Δήμητρα Π. Μυλωνά

Επιβλέπων: Συκάς Ευστάθιος

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 14^η
Οκτωβρίου 2014

Συκάς Ευ.

Θεολόγου Μ.

Στασινόπουλος Γ.

Καθηγητής

Καθηγητής

Καθηγητής

Αθήνα, Οκτώβριος 2014

.....
Γεωργία-Δήμητρα Π. Μυλωνά

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός
Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Copyright © Γεωργία-Δήμητρα Π. Μυλωνά, 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος, All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός IMS Application Server για την παροχή υπηρεσιών με επίγνωση της θέσης του πελάτη. Συγκεκριμένα, το τερματικό του χρήστη στέλνει περιοδικά την τοποθεσία του στον εξυπηρετητή και στη συνέχεια ενημερώνεται από το δίκτυο, μέσω ενός άμεσου μηνύματος, για τις υπηρεσίες που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή εντοπισμού του, αφού πραγματοποιήσει μια κλήση.

Για την κατασκευή του παραπάνω συστήματος, χρησιμοποιήθηκαν δομές ανοικτού λογισμικού όπως το IMS, ο Asterisk και το Openfire. Το IMS αποτελεί μια νέα αρχιτεκτονική υπηρεσιών πολυμέσων πάνω από δίκτυα IP, ανεξάρτητη από τη δικτυακή πρόσβαση και βασιζόμενη στην επικοινωνία των τερματικών μέσω IP. Ο Asterisk αποτελεί το μέσο για την παροχή επικοινωνίας μεταξύ των τερματικών και την πραγματοποίηση κλήσεων και το Openfire εξασφαλίζει την παροχή άμεσου μηνύματος στον χρήστη, με τις υπηρεσίες που υποστηρίζονται στην περιοχή εντοπισμού του.

Ο εντοπισμός του χρήστη έγινε μέσω εφαρμογής, η οποία χρησιμοποιεί το σημείο πρόσβασης (AP) για να καθορίσει την τοποθεσία του, αφού ο πελάτης πρώτα πραγματοποιήσει μια κλήση.

Τέλος, κύριο ρόλο στην υλοποίηση των παραπάνω εφαρμογών είχαν τα πρωτόκολλα SIP και XMPP.

Η ανάπτυξη της παρούσας διπλωματικής έγινε με αφορμή την όλο και περισσότερη ενσωμάτωση του διαδικτύου στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Η δυνατότητα τηλεφωνίας και η αποστολή μηνυμάτων πληροφοριακού χαρακτήρα στους πελάτες της υπηρεσίας, μέσω των δομών του διαδικτύου, συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των δύο οικοδομημάτων επικοινωνίας, παρέχοντας καλύτερες υπηρεσίες και εξασφαλίζοντας περισσότερες επιλογές προς τον άνθρωπο.

Λέξεις κλειδιά:

IMS, OpenIMS, Asterisk, Openfire, VoIP, SIP, XMPP, Υπηρεσίες με βάση τη θέση, AP, Jitsi

Abstract

The purpose of this thesis is to develop an IMS Application Server which provides services with the knowledge of the client's position. Specifically, the user's terminal sends periodically its location to the server and then it is updated by the network through an instant message which contains the services that take place in the area where the user is located.

For the construction of the above system, the software that was used, was open and includes IMS, Asterisk and Openfire. IMS is a new architecture of multimedia services over IP, independent of network access and based on the communication between the terminals over IP. Asterisk is the means for providing communication between the terminals and for making calls and Openfire ensures the delivery of an instant message with the services providing to the user.

The identification of the user succeeds via an application, which uses the Access Point (AP) to determine the location of the user, after the user has made firstly a call.

Finally, the protocols SIP and XMPP have a special role in the implementation of these applications.

The development of this thesis relies on the very deep integration of the Internet in everyday life. The customers' possibility for making calls and accepting informational message services, through the structures of the Internet, combines the advantages of these two communication structures by providing better services and more options to people.

Key Words:

IMS, OpenIMS, Asterisk, Openfire, VoIP, SIP, XMPP, Location Based Systems, AP, Jitsi

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω αρχικά τον επιβλέποντα καθηγητή κ.Ευστάθιο Συκά για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας και στη συνέχεια τον υποψήφιο διδάκτορα κ.Πάρι Χαραλάμπου για την καθοδήγηση, την υποστήριξη και την πολύτιμη συνεισφορά του.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	5
Abstract	7
Ευχαριστίες.....	9
Πίνακας Εικόνων	14
A. Εισαγωγή.....	16
A.1. Ιστορική Εξέλιξη Τηλεπικοινωνιών	16
A.2. Ιστορική εξέλιξη τηλεφώνου	18
A.3. Παραδοσιακό τηλεφωνικό δίκτυο (PSTN).....	18
A.3.1. Τοπολογία Δικτύου	19
A.3.2. Πρόσβαση και μεταφορά σήματος.....	20
A.3.3. Χρονισμός Δικτύου (Network Timing)	22
A.3.4. Τηλεφωνικό Κέντρο	23
A.4. Μεταγωγή πακέτου-Μεταγωγή κυκλώματος.....	24
A.5. Τηλεφωνία μέσω Internet (VoIP).....	25
A.5.1. Τμήματα VoIP δικτύου	26
A.5.2. Δικτυακές Λειτουργίες VoIP δικτύου	29
A.5.3. Πλεονεκτήματα- Κίνδυνοι VoIP τηλεφωνίας	30
A.5.4. WebRTC vs VoIP	31
A.6. Πρωτόκολλα VoIP τηλεφωνίας	32
A.7. Πρωτόκολλο SIP	33
A.7.1. Βασικές Οντότητες SIP	33
A.7.2. Δομή Επικεφαλίδας SIP.....	34
A.7.3. Μηνύματα SIP	35
A.7.4. SIP - Συσχετιζόμενα πρωτόκολλα.....	35
A.7.5. Πλεονεκτήματα SIP	36
A.8. IMS (IP Multimedia Subsystem)	36
A.8.1. Χαρακτηριστικά IMS	38
A.8.2. Στρώματα IMS αρχιτεκτονικής.....	39
A.8.3. Βασικές Οντότητες IMS δικτύου	41
A.9. Υπηρεσίες με Βάση τη Θέση (Location Based Services)	45

A.9.1. Στοιχεία των Υπηρεσιών με Βάση τη Θέση (LBS).....	45
A.9.2. Τεχνικές Συστημάτων Εντοπισμού.....	48
A.10. INSTANT MESSAGING (IM)	50
A.10.1. Πρωτόκολλα Instant Messaging.....	51
A.11. XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol)	53
A.11.1 .Χαρακτηριστικά XMPP	53
A.11.2 .Δίκτυο XMPP	54
A.11.3. XMPP vs SIMPLE	57
B.Υλοποίηση	58
B.1. Εισαγωγή	58
B.2. OpenIMSCore	60
B.2.1. Οντότητες OpenIMSCore	61
B.2.2. Επικοινωνία μεταξύ οντοτήτων OpenIMSCore.....	62
B.3. Asterisk	64
B.4. Openfire.....	68
B.5. Sip User Agents (UA).....	70
B.5.1. X-Lite.....	70
B.5.2. myMonster	71
B.5.3. UCT IMS	72
B.5.4. Spark.....	73
B.5.5. Jitsi	75
B.6. Service Logic	77
B.7. Registration Flow	78
B.8. Call Flows	82
B.9. Εύρεση Θέσης	89
B.10. Πείραμα-Demo.....	90
Γ. Παράρτημα	93
Γ.1. OpenIMSCore.....	93
Γ.2. Asterisk	94
Γ.3. Openfire	98
Γ.4. DNS	102
Μελλοντικές Προεκτάσεις.....	103
Βιβλιογραφία	103

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα A.1	Τοπολογία Δικτύου	Σελ.19
Εικόνα A.2	Δίκτυο IMS	Σελ.37
Εικόνα A.3	IMS Layers	Σελ.40
Εικόνα A.4	IMS Entities and Interfaces	Σελ.42
Εικόνα A.5	Μέτρηση πλευρών	Σελ.48
Εικόνα A.6	Μέτρηση Γωνιών(Angulation)	Σελ.49
Εικόνα A.7	Μέθοδος Εγγύτητας	Σελ.50
Εικόνα A.8	XMPP Architecture	Σελ.55
Εικόνα A.9	XMPP general structure message	Σελ.56
Εικόνα A.10	XMPP message	Σελ.56
Εικόνα A.11	IMS,Asterisk,Openfire,SIP,XMPP	Σελ.58
Εικόνα B.1	OpenIMSCore elements	Σελ.60
Εικόνα B.2	Extension syntax	Σελ.65
Εικόνα B.3	Dial syntax	Σελ.66
Εικόνα B.4	Asterisk sip.conf, dialplan	Σελ.67
Εικόνα B.5	iFc	Σελ.68
Εικόνα B.6	x-Lite config	Σελ.71
Εικόνα B.7	myMonster config	Σελ.72
Εικόνα B.8	UCT IMS config	Σελ.73
Εικόνα B.9	Spark client config	Σελ.74
Εικόνα B.10	Jitsi SIP config	Σελ.75
Εικόνα B.11	Jitsi XMPP config	Σελ.76
Εικόνα B.12	Registration Procedure	Σελ.82
Εικόνα B.13	Call Flow 1	Σελ.82
Εικόνα B.14	Call Flow 2	Σελ.83
Εικόνα B.15	Call Flow 3	Σελ.84
Εικόνα B.16	Call Flow 4	Σελ.85
Εικόνα B.17	Call Flow 5	Σελ.86
Εικόνα B.18	Ενημέρωση καλούμενου για την κλήση	Σελ.90
Εικόνα B.19	Wireshark Decrypt xmpp message 1	Σελ.91
Εικόνα B.20	Wireshark Decrypt xmpp message 2	Σελ.92
Εικόνα B.21	Εικόνα καλούντος στον καλούμενο	Σελ.91
Εικόνα B.22	Εικόνα από την πλευρά του καλούντος 1	Σελ.91
Εικόνα B.23	Εικόνα από την πλευρά του καλούμενου 2	Σελ.91
Εικόνα B.24	Το μήνυμα που λαμβάνει ο καλών	Σελ.92
Εικόνα B.25	Wireshark Decrypt xmpp message 3	Σελ.92
Εικόνα B.26	Ακολουθία SIP μηνυμάτων-Wireshark	Σελ.92
Εικόνα Γ.1	Asterisk @ Openfire 1	Σελ.100
Εικόνα Γ.2	Asterisk @ Openfire 2	Σελ.101
Εικόνα Γ.3	Users @ Openfire	Σελ.101
Εικόνα Γ.4	Openfire ports	Σελ.102
Εικόνα Γ.5	DNS	Σελ.102
Εικόνα Γ.6	Hosts @ Openfire	Σελ.102

A. Εισαγωγή

A.1. Ιστορική Εξέλιξη Τηλεπικοινωνιών

Η ανάγκη για αποστολή και λήψη μηνυμάτων και η θέληση για εκμηδένιση της απόστασης συνοδεύει τον άνθρωπο από την πρώτη στιγμή της εμφάνισής του στον πλανήτη.

Με τον όρο τηλεπικοινωνίες χαρακτηρίζεται η κάθε μορφής ενσύρματη ή ασύρματη, ηλεκτρομαγνητική, ηλεκτρική, ακουστική και οπτική επικοινωνία που πραγματοποιείται ανεξαρτήτως απόστασης.

Οι σημαντικότεροι σταθμοί στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών είναι:

Πρώιμες Τηλεπικοινωνίες	Αρχαιότητα	Φωτιά, Σήματα καπνού
	700-300 π.Χ	Ταχυδρομικά περιστέρια
	150 π.Χ (Πολύβιος)	Επινόηση αλφαβήτου για την μεταφορά σημάτων χρησιμοποιώντας ζευγάρι από πυρσούς
	200-100 π.Χ	Αγγελιοφόροι, πεζοί ή σε άλογα
	Φυλές Ιθαγενών σε Αφρική και Ευρώπη	Χρήση τυμπάνου για μεταφορά της πληροφορίας όλο το εικοσιτετράωρο
Τηλέγραφος	1792 μ.Χ (Claude Chappe)	Ο πρώτος σηματοφόρος. Τηλεπικοινωνιακό σύστημα βασισμένο σε πύργους με κινητά μέρη στην κορυφή τους - Μεταφορά μηνυμάτων με αλφάβητο 32 συμβόλων
	1837 μ.Χ (Wheatstone, Cook και Morse)	Πρώτος ηλεκτρικός τηλέγραφος σε Αγγλία και

		Αμερική
	1866 μ.Χ	Η πρώτη διατλαντική ζεύξη
Ράδιο και τηλεόραση	1918 μ.Χ (Edwin Armstrong)	Ανακάλυψη πρώτου υπερετερώδυνου δέκτη AM
	1920 μ.Χ	Ο ραδιοφωνικός σταθμός KDKA εγκαινιάζει την ραδιοφωνία AM στο Pittsburg των Η.Π.Α
	1933 μ.Χ (Armstrong)	Ανακάλυψη ενός συστήματος επικοινωνίας FM
	1929 μ.Χ (V.K.Zworykin)	Κατασκευή πρώτου συστήματος τηλεόρασης
	1936 μ.Χ	Οι πρώτες τηλεοπτικές εκπομπές
	1951 μ.Χ	Αναμετάδοση δορυφορικών καναλιών
Ημιαγωγικό τρανζίστορ	(Brattain, Barden, Shockley)	
Ολοκληρωμένα κυκλώματα	1958 μ.Χ (Kilby, Novoe)	
Ημιαγωγική Δίοδος Laser -Οπτικές ίνες	1962 μ.Χ	
Δορυφόροι	1960 μ.Χ	ECHO1, ο πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος από τη NASA
	1965 μ.Χ	Early Bird, ο πρώτος εμπορικός τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος
Δίκτυα Υπολογιστών και Internet	1969 μ.Χ	ARPANET, η πρώτη μορφή διαδικτύου
	1973, 1982 μ.Χ	Πρόταση και υιοθέτηση TCP/IP ως προτύπου επικοινωνιών
	1993 μ.Χ	Καθιερώνεται ο Παγκόσμιος Πληροφοριακός Ιστός (WWW)
DSL	1988 (εταιρεία	Ταχύτητες 24 Mbps

	Bellcore)	
WIFI	1996	Υπεβλήθη η πατέντα για το 802.11- Ταχύτητες 54Mbps

A.2. Ιστορική εξέλιξη τηλεφώνου

Η ανακάλυψη του τηλεφώνου ήρθε το 1876 από τους Bell και Grey. Εικοσιεννέα χρόνια αργότερα, το 1897, ο Almond Strowger, στο Κάνσας των ΗΠΑ, ανακάλυψε τον πρώτο αυτόματο μεταγωγέα (ηλεκτρομηχανικό σύστημα ζεύξης) ώστε να διευκολυνθεί η ζωή των τηλεφωνητών που εξυπηρετούσαν τα τηλεφωνικά κέντρα της εποχής ενώ η εφεύρεση της τριόδου ενισχύτριας λυχνίας κενού το 1906 κατέστησε δυνατή την υλοποίηση ενισχυτών σήματος και την μετάδοση των τηλεφωνικών σημάτων σε μεγάλες αποστάσεις. Τέλος από το 1915 άρχισαν να λειτουργούν οι πρώτες διηπειρωτικές τηλεφωνικές συνδέσεις.

Με την ανάπτυξη της ηλεκτρομηχανικής των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών ανοίχτηκαν νέοι ορίζοντες. Τα τηλεπικοινωνιακά κέντρα έχουν πλέον αντικατασταθεί πλήρως με ηλεκτρονικά κέντρα που καθοδηγούνται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές με ενταμιευμένο πρόγραμμα. Τα κέντρα αυτά λειτουργούν με κωδικοποιημένες ψηφιακές πληροφορίες. Δεν καταλαμβάνουν μεγάλο χώρο, δεν χρειάζονται πολύ συντήρηση, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, είναι ταχύτατα και προσφέρουν περισσότερες υπηρεσίες.

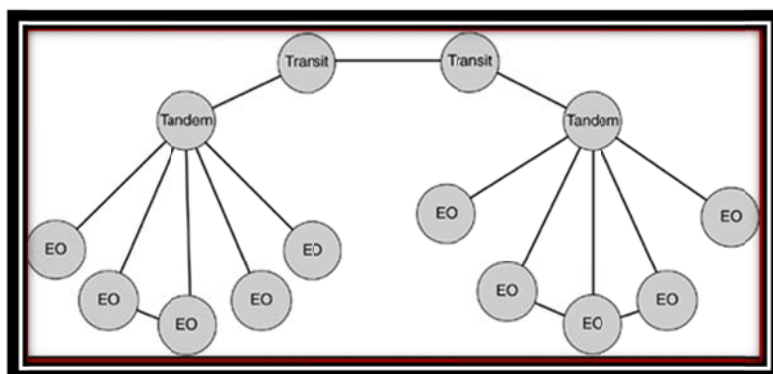
A.3. Παραδοσιακό τηλεφωνικό δίκτυο (PSTN)

Με τον όρο παραδοσιακό τηλεφωνικό δίκτυο (PSTN) καλείται το σύνολο του εξοπλισμού και των διασυνδεδεμένων εγκαταστάσεων που απαιτούνται για την μεταφορά φωνής. Οι βασικοί παράγοντες που το χαρακτηρίζουν είναι:

A.3.1. Τοπολογία Δικτύου

Η τοπολογία δικτύου περιγράφει την σύνδεση των διαφόρων κόμβων του δικτύου οι οποίοι μπορούν να διακριθούν σε:

- **Τελικούς κόμβους (End office nodes):** Ονομάζονται επίσης κόμβοι τοπικής ανταλλαγής (local exchange) και παρέχουν στον χρήστη πρόσβαση στο δίκτυο.
- **Παράλληλους κόμβους (Tandem nodes):** Οι συγκεκριμένοι κόμβοι ενώνουν μεταξύ τους τους κόμβους End Office παρέχοντας έναν βαθμό συνάθροισης της κίνησης μεταξύ τους. Σε μερικές περιπτώσεις, οι Tandem nodes παρέχουν στους End Office nodes την πρόσβαση στο επόμενο επίπεδο της ιεραρχίας του δικτύου.
- **Κόμβοι μεταφοράς (Transit switches):** Παρέχουν μια διεπαφή για το επόμενο επίπεδο της ιεραρχίας στο δίκτυο. Οι κόμβοι μεταφοράς χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συνάθροιση της κίνησης κατά μήκος μεγάλων γεωγραφικών αποστάσεων.



Εικόνα A.1. Τοπολογία Δικτύου

Υπάρχουν δύο τρόποι για την σύνδεση των κόμβων μεταγωγής. Ο πρώτος αφορά σε mesh topology κατά την οποία ο κάθε κόμβος συνδέεται με όλους τους υπόλοιπους (πλεονεκτεί στην απλούστευση της δρομολόγησης κίνησης μεταξύ των κόμβων) και ο δεύτερος αφορά σε hierarchical tree κατά το οποίο οι κόμβοι συναθροίζονται καθώς η ιεραρχία προχωρά προς την κεφαλή του δέντρου.

Το PSTN χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό των παραπάνω μεθόδων όπως υπαγορεύει τόσο το κόστος όσο και τα μοτίβα δρομολόγησης των ψηφιακών κέντρων (exchanges).

Όσον αφορά στην ιεραρχία που ακολουθείται για το δίκτυο του PSTN, κάθε χώρα ακολουθεί το δικό της πρότυπο αν και όλα έχουν κάποια κοινή συνισταμένη. Στην Αγγλία π.χ οι End Office Nodes αναφέρονται ως Digital Local Exchanges, οι οποίοι συνδέονται μέσω των Digital Main Switching Units (DMSU) σε ένα mesh tandem network με τους τελευταίους να συνδέονται μέσω των Digital International Switching Centers (DISC) για την πραγματοποίηση διεθνών κλήσεων.

A.3.2. Πρόσβαση και μεταφορά σήματος

Οι συνδέσεις στους PSTN μεταγωγείς (PSTN switches) μπορεί να διαχωριστεί σε δύο κατηγορίες: *lines* και *trunks*. Η πρώτη κατηγορία αφορά σε μεμονωμένες τηλεφωνικές γραμμές που συνδέουν τους χρήστες με το τηλεφωνικό κέντρο (Central Office) μέσω ζεύγους καλωδίων ενώ η δεύτερη κατηγορία χρησιμοποιείται για την σύνδεση των PSTN μεταγωγέων ή για την παροχή πρόσβασης σε συνεργαζόμενα περιβάλλοντα τηλεφωνίας (συνήθως χρησιμοποιούν PBX ή σε περίπτωση μεγάλων επιχειρήσεων, χρησιμοποιείται ο δικός τους ψηφιακός μεταγωγέας).

Όσον αφορά στην πρώτη κατηγορία, οι γραμμές παρέχουν στον χρήστη πρόσβαση στο PSTN. Οι διευκολύνσεις που αυτές παρέχουν και η σηματοδότηση πρόσβασης μεταξύ του χρήστη και του τηλεφωνικού κέντρου τμηματοποιούνται στα εξής:

- **Τοπικός Βρόχος (Local Loop):** Ο τοπικός βρόχος αποτελείται από ένα ζεύγος χάλκινων καλωδίων που εκτείνεται από το τηλεφωνικό κέντρο σε μια κατοικία ή επιχείρηση που συνδέεται με μια συσκευή τηλεφωνίας. Ο τοπικός βρόχος τερματίζει σε κεντρικό κατανομητή (Main Distribution Frame) ή σε έναν απομακρυσμένο συγκεντρωτή γραμμής (remote line concentrator) (μειώνει την ποσότητα των καλωδίων και βοηθά στην μετατροπή αναλογικού/ψηφιακού σήματος πλησιέστερα στο σημείο πρόσβασης του συνδρομητή) ή σε απομακρυσμένα μεταγωγικά κέντρα (κυρίως για συνδρομητές που βρίσκονται μακριά από το τηλεφωνικό κέντρο).
- **Σηματοδότηση αναλογικής γραμμής:** Η σηματοδότηση μεταξύ του αναλογικού τηλεφώνου και του τηλεφωνικού κέντρου

είναι in-band με το DC ρεύμα από το τηλεφωνικό κέντρο να τροφοδοτεί τον τοπικό βρόχο μεταξύ αυτού και του τηλεφώνου (η τάση κυμαίνεται μεταξύ των 48 και 54 Volts).

- **Πληκτρολόγηση (Dialing):** Όταν ο συνδρομητής καλεί έναν αριθμό, τότε αυτός σηματοδοτείται στο τηλεφωνικό κέντρο είτε ως μια σειρά παλμών σύμφωνα με τον κληθέντα αριθμό είτε μέσω των DTMF σημάτων. Το DTMF σήμα είναι ένας συνδυασμός από δύο τόνους οι οποίοι παράγονται σε διαφορετικές συχνότητες. Ένα σύνολο από επτά συχνότητες συνδυάζονται ώστε να παραχθούν μοναδικά DTMF σήματα για δώδεκα κλειδιά στο κύριο τηλεφωνικό πληκτρολόγιο.
- **Κουδούνισμα και Απάντηση:** Σε περίπτωση εισερχόμενης κλήσης, το τηλεφωνικό κέντρο στέλνει AC τάση κουδουνίσματος μέσω του τοπικού βρόχου στη γραμμή τερματισμού, η οποία ενεργοποιεί το κύκλωμα κουδουνίσματος παράγοντας τον αντίστοιχο ήχο. Ταυτόχρονα ενημερώνεται και ο καλών με ήχο επεξεργασίας της κλήσης (ring trip). Σε περίπτωση απάντησης, αυτή ανιχνεύεται από το τηλεφωνικό κέντρο, το οποίο και σταματά την παραγωγή τάσης κουδουνίσματος.
- **Κωδικοποίηση Φωνής:** Η μετατροπή της αναλογικής φωνής σε ψηφιακό για την μετάδοση σήμα, γίνεται μέσω της PCM μεθόδου (ITU G.711). Ένας μετατροπέας σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό δειγματοποιεί την φωνή 8000 φορές το δευτερόλεπτο και στη συνέχεια εφαρμόζει μια κβαντισμένη τιμή βασισμένη σε 256 επίπεδα απόφασης. Η τιμή αυτή κωδικοποιείται σε έναν δυαδικό αριθμό αναπαριστώντας τα μεμονωμένα δεδομένα του δείγματος.
- **ISDN BRI:** Με το ISDN το σημείο της ψηφιακής κωδικοποίησης μεταφέρεται στη συσκευή του πελάτη. Μέσω της ISDN σύνδεσης παρέχεται out-of band σηματοδοσία μέσω του τοπικού βρόχου ενώ παράλληλα η σηματοδοσία πρόσβασης του ISDN συνδυάζεται με την SS7 σηματοδοσία στον πυρήνα του τηλεφωνικού δικτύου. Για την κατηγορία των γραμμών, ο τύπος του ISDN είναι ο Basic Rate Interface (BRI). Σύμφωνα με τον τύπο αυτό, πολυπλέκονται δυο κανάλια μεταφοράς (2B) με ένα σηματοδοσίας (D) μεταξύ του χρήστη και του τηλεφωνικού κέντρου (2B+D). Το καθένα από τα B channels εφαρμόζει 64kbps και χρησιμοποιείται για

φωνή και δεδομένα ενώ το D channel δίνει 16kbps και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της σηματοδοσίας κλήσης μεταξύ των B καναλιών. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για μεταφορά δεδομένων χαμηλού ρυθμού. Τέλος, η κβαντοποίηση της φωνής γίνεται με ένα ISDN τηλέφωνο και αποστέλλεται στο τοπικό S/T διάδρομο ο οποίος αποτελείται από τέσσερα καλώδια και συνδέει τον πελάτη με μια συσκευή Τερματισμού Δικτύου (Network Termination, NT1). Η συσκευή αυτή παρέχει τη διεπαφή μεταξύ του εξοπλισμού του χρήστη και του τοπικού βρόχου.

Η δεύτερη κατηγορία αναφέρεται στα *trunks*, οι οποίοι είναι ψηφιακοί και μεταφέρουν την κίνηση μεταξύ των κόμβων μεταγωγής. Είναι δυνατό να συντίθεται από οπτικές ίνες για μεγαλύτερη χωρητικότητα ή να αποτελούνται από τέσσερα καλώδια (συνεστραμμένων ζεύγη). Από τους διαθέσιμους τύπους, ο E1 είναι αυτός που χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρώπη.

Όσο αφορά στα κανάλια φωνής, αυτά πολυπλέκονται σε ψηφιακά bit χρησιμοποιώντας την TDM πολυπλεξία. Η μέθοδος αυτή διαθέτει μια χρονοθυρίδα για κάθε πλαίσιο ροής ψηφιακών δεδομένων, το οποίο μεταφέρει συνολικά 30 πολυπλεγμένα κανάλια φωνής για τον τύπο E1.

Τέλος, στην περίπτωση του ISDN, στην κατηγορία των *trunks* υποστηρίζεται ο τύπος διεπαφής Primary Rate Interface (PRI). Ο τύπος αυτός παρέχει την σηματοδοσία πρόσβασης και χρησιμοποιείται για να συνδέει τα PBXs στα τηλεφωνικά κέντρα. Όπως και στην περίπτωση της κατηγορίας *lines*, όλα τα δεδομένα γίνονται ψηφιακά πριν την μεταφορά τους στην PRI διεπαφή. Χρησιμοποιούνται 32 κανάλια μεταφοράς και δύο κανάλια σηματοδοσίας (32B+2D) με ρυθμό μεταφοράς 2.048 Mb/s.

A.3.3. Χρονισμός Δικτύου (Network Timing)

Ο χρονισμός δικτύου είναι απαραίτητος ώστε να μην προκύπτει το πρόβλημα ασυμφωνίας φάσης μεταξύ των ρολογιών του αποστολέα και του δέκτη κατά τη μεταφορά της πληροφορίας. Κι αυτό, διότι, ένα τέτοιο πρόβλημα έχει ως

αποτέλεσμα λάθη στον προσδιορισμό της έναρξης του πακέτου που μπορεί να προκαλέσουν υποβάθμιση στην ποιότητα του σήματος.

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι συγχρονισμού των ρολογιών που περιλαμβάνουν μια μονή, κύρια πηγή χρονισμού με master/slave ρύθμιση χρόνου για τους υπόλοιπους κόμβους ή πλησιόχρονα ρολόγια με μεγάλη ακρίβεια που παραμένουν συγχρονισμένα με άλλους κόμβους. Η μέθοδος όμως που χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα είναι αυτή που χρησιμοποιεί GPS δέκτες και την τεχνολογία των GPS δορυφόρων για την εγκαθίδρυση του χρονικού σήματος αναφοράς.

A.3.4. Τηλεφωνικό Κέντρο

Ένα σημαντικό στοιχείο της PSTN δομής είναι τα τηλεφωνικά κέντρα, τα οποία μεταγωγούν τις κλήσεις στον προορισμό τους και περιέχουν τον ψηφιακό εξοπλισμό που τερματίζει τις γραμμές και τα trunks των χρηστών. Τα κύρια χαρακτηριστικά στοιχεία ενός τηλεφωνικού κέντρου αφορούν σε:

- **Κεντρικός κατανεμητής (Main Distribution Frame):** Τερματίζει τα lines και trunks και αποτελεί το σημείο ένωσης εξωτερικών παραγόντων με το τηλεφωνικό κέντρο.
- **Ψηφιακός Μεταγωγέας:** Παρέχει έναν ελεγχόμενο από λογισμικό πίνακα συνδέσεων μεταξύ χρηστών.
- **Πίνακας Μεταγωγής:** Διαχειρίζεται τα κανάλια φωνής με το να τα συνδέει σε μια αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των χρηστών. Τέλος
- **Επεξεργασία Κλήσης:** Η επεξεργασία κλήσης συνδέεται με την εγκαθίδρυση, τη συντήρηση και την απελευθέρωση των κλήσεων με ψηφιακό μεταγωγέα. Η επεξεργασία οδηγείται από ειδικό λογισμικό και σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που εισέρχονται στον μεταγωγέα. Οι ενδείξεις σηματοδοσίας, η πληκτρολόγηση αριθμού και η απάντηση είναι τμήμα των ερεθισμάτων που οδηγούν στην επεξεργασία της κλήσης.

Τέλος, είναι απαραίτητη η αναφορά στο πρωτόκολλο σηματοδοσίας SS7 που χρησιμοποιεί το δίκτυο PSTN. Ο

κύριος σκοπός του πρωτοκόλλου είναι η έναρξη και ο τερματισμός κλήσης αλλά και άλλες χρήσεις που αφορούν σε μετάφραση τηλεφώνου, μεταφερότητα αριθμού και μηχανισμούς προπληρωμένων λογαριασμών και μηνυμάτων.

Η σηματοδοσία μέσω του SS7 σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να ενσωματωθεί αφενός στο δίκτυο που προϋπήρχε και αφετέρου να εξασφαλίσει τις επενδύσεις και την ελάχιστη δυνατή «αναστάτωση» σε αυτό. Προστέθηκε επιπλέον υλικό και οι ψηφιακοί μεταγωγείς αναβαθμίστηκαν λογισμικά (Serving Switching Point, SSP) ώστε οι προϋπάρχοντες κόμβοι να ανανεωθούν με τις δυνατότητες του SS7.

Με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και την χρησιμοποίηση του διαδικτύου σε όλες τις εκφάνσεις της καθημερινής ζωής, έγινε φανερή η δυνατότητα χρήσης του και για μετάδοση φωνής. Ο συνδυασμός μεθόδων επικοινωνίας, όπως είναι αυτός της τηλεφωνίας και του διαδικτύου εκμεταλλεύεται τα χαρακτηριστικά του καθενός, προσφέρει ευελίξια, ποιότητα και ταχύτητα και τα καθιστά συστατικά ενός νέου μεγαλύτερου οικοδομήματος, που μπορεί να καλύψει σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό την ανάγκη του ανθρώπου για επικοινωνία.

A.4. Μεταγωγή πακέτου-Μεταγωγή κυκλώματος

Βασική διαφορά ανάμεσα στις τεχνολογίες του Internet και της παραδοσιακής τηλεφωνίας, αποτελεί το είδος της μεταγωγής που αναπτύσσουν. Η φιλοσοφία που διέπει τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των συνδεδεμένων, σε ένα ή περισσότερα δίκτυα, υπολογιστών, είναι αυτή της μεταγωγής πακέτου (packet switching), σε αντίθεση με την τεχνική που χρησιμοποιείται στο δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο, η οποία είναι, η μεταγωγή κυκλώματος.

Σύμφωνα με την πρώτη τεχνολογία, η πληροφορία που μεταφέρεται διαιρείται σε πολλά μικρά πακέτα. Καθένα από αυτά μεταδίδεται μέσω της δικτυακής υποδομής στη συσκευή προορισμού, όπου γίνεται η αναδημιουργία της αρχικής πληροφορίας με βάση τα στοιχεία που υπάρχουν στην επικεφαλίδα κάθε πακέτου. Η πορεία από την πηγή προς τον προορισμό ενδέχεται να είναι διαφορετική για κάθε πακέτο,

με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος τα πακέτα να χαθούν ή να φτάσουν με διαφορετική από την ορθή σειρά. Κάτι τέτοιο όμως αντιμετωπίζεται με επαναποστολή και με την σωστή συναρμολόγησή τους αντίστοιχα. Επιπλέον μπορούν να σταλούν συγχρόνως περισσότερα του ενός πακέτα μέσω της ίδιας φυσικής γραμμής, εξαιτίας ειδικών χαρακτηριστικών που είναι ενσωματωμένα στην εν λόγω τεχνική.

Σύμφωνα με τη δεύτερη τεχνολογία, η τεχνική της μεταγωγής κυκλώματος δεσμεύει ένα φυσικό μονοπάτι ανάμεσα στην πηγή και στον προορισμό το οποίο και απελευθερώνει με τον τερματισμό της σύνδεσης.

Από τα παραπάνω προκύπτει πως μέσω της μεταγωγής πακέτου μπορεί να επιτευχθεί οικονομικότερη χρήση των πόρων ενώ ταυτόχρονα η τεχνική αυτή υστερεί στην ποιότητα υπηρεσιών, καθώς εξαρτάται από τις συνθήκες που επικρατούν κατά τη μεταφορά, όπως συμφόρηση σε δρομολογητές ή σε διαμοιραζόμενα κυκλώματα. Επιπλέον υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης καθυστερήσεων λόγω του χρόνου που απαιτείται για την συμπίεση, την αποσυμπίεση και την επεξεργασία των πληροφοριών στις επικεφαλίδες των πακέτων. Από την άλλη πλευρά, η μεταγωγή κυκλώματος πλεονεκτεί και εγγυάται ποιότητα στις υπηρεσίες και στα δεδομένα. Όμως η κακή χρησιμοποίηση των δικτυακών πόρων την κάνει να υστερεί απέναντι στη μεταγωγή πακέτου.

Ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών των παραπάνω τεχνολογιών μέσω της σύνδεσης τηλεφωνίας και διαδικτύου, έχει ως στόχο τόσο την εκμετάλληση των προτερημάτων τους όσο και την ελαχιστοποίηση των δυσλειτουργιών που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση τους.

A.5. Τηλεφωνία μέσω Internet (VoIP)

Με τον όρο «τηλεφωνία μέσω internet» περιγράφεται η υπηρεσία μετάδοσης φωνής μέσα από πρωτόκολλα του διαδικτύου (H.323, SIP κ.ά) και η μετατροπή του ήχου σε πακέτα δεδομένων. Οι δυνατότητες δρομολόγησης αυτών των πακέτων (εντός ιδιόκτητου δικτύου ή χρησιμοποιώντας το internet ή ξένα δίκτυα), καθορίζουν το κόστος της υπηρεσίας αυτής για τον τελικό χρήστη.

Η συχνότητα που απαιτεί η τεχνολογία IP για τη μετάδοση των δεδομένων είναι περίπου έξι φορές μικρότερη από την συχνότητα των συμβατικών τηλεπικοινωνιακών δικτύων. Επιπλέον το δίκτυο IP δεν απαιτεί πρόσθετη υλικοτεχνική υποδομή (διάσπαρτους κατανεμητές ή τεχνικό προσωπικό) καθώς χρησιμοποιείται η υπάρχουσα υποδομή και η δρομολόγηση γίνεται αυτόματα. Οι όποιες υπηρεσίες, εφαρμογές, λειτουργίες και διευκολύνσεις δεν προσφέρονται από κάποιο λογισμικό των παρόχων αλλά από τα ίδια τα συστήματα VoIP που χρησιμοποιούν οι συνομιλητές. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται το συνολικό κόστος της VoIP τηλεφωνίας.

Μέσω της VoIP τηλεφωνίας προσφέρονται οι δυνατότητες:

- Επικοινωνία μέσω μηνυμάτων (fax, φωνητικό ταχυδρομείο) μέσα σε ένα μόνο φάκελο αλληλογραφίας. Τα VoIP τηλεφωνικά κέντρα διαχωρίζουν τις κλήσεις φωνής και data και προωθούν ανάλογα τα fax.
- Έξυπνη δρομολόγηση κλήσεων (IVR), μεταφορά κλήσεων από το δίκτυο στον προσωπικό υπολογιστή ή σε VoIP τηλεφωνική συσκευή και διαχείριση επαφών με ειδικά προγράμματα αναγνώρισης κλήσης και διαχείρισης πελατολογίου (CRM).
- Ομαδική τηλεφωνική συνδιάσκεψη και
- Δυνατότητα μεταφοράς εσωτερικού αριθμού οπουδήποτε.

A.5.1. Τμήματα VoIP δικτύου

Ένα δίκτυο VoIP αποτελείται από πέντε τμήματα:

- **VoIP τηλέφωνα και άλλες συσκευές**, οι οποίες χρησιμοποιούνται από τους τελικούς χρήστες για τις εισερχόμενες και εξερχόμενες κλήσεις. Τα VoIP τηλέφωνα είτε είναι βασισμένα στο υλικό και μοιάζουν με τα παραδοσιακά αναλογικά τηλέφωνα, είτε είναι βασισμένα στο λογισμικό και είναι γνωστά ως softphones. Τα softphones προσφέρουν τα ίδια βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα με τα βασισμένα σε υλικό VoIP τηλέφωνα, αλλά στοχεύουν πρωτίστως σε κινητούς χρήστες.

- **Call Processing Server/PBX**, οι οποίοι διαχειρίζονται τις VoIP κλήσεις. Πρόκειται για τους κεντρικούς servers ελέγχου και τους διαχειριστές των VoIP συνομιλιών οι οποίοι ασχολούνται με τα δεδομένα σηματοδοσίας που ανταλλάσσονται για την αρχικοποίηση, τον έλεγχο και τον τερματισμό μιας VoIP κλήσης, καθώς κατά τη διάρκεια μιας συνδιάλεξης, δύο είδη πληροφοριών κυκλοφορούν στο δίκτυο:
 - ο Τα δεδομένα φωνής, ονομαζόμενα audio payload και
 - ο Τα δεδομένα σηματοδοσίας για την εγκατάσταση και τον τερματισμό της VoIP κλήσης.

- **Media /VoIP Gateways/Gatekeepers**, για τη συνεργασία του Δημόσιου Τηλεφωνικού Δικτύου (PSTN) και ενός δικτύου VoIP έτσι ώστε να επιτυγχάνουν κλήσεις μεταξύ χρηστών που ανήκουν σε διαφορετικά επικοινωνιακά δίκτυα. Συγκεκριμένα, το δίκτυο VoIP χρησιμοποιεί media gateways για την εκτέλεση των λειτουργιών CODEC και τη δημιουργία των πακέτων φωνής IP. Μέσω αυτών παρέχεται το απαραίτητο interface για τη μεταφορά του περιεχομένου φωνής μέσω του δικτύου, μετατρέποντας τη συνομιλία σε μια ενιαία μεταφορά RTP (UDP) πακέτων μέσω του δικτύου IP. Μέσω των media gateways παρέχονται επίσης πρόσθετες λειτουργίες όπως η αναλογική/ψηφιακή συμπίεση φωνής, η ακύρωση ηχούς (echo cancellation), η καταστολή σιωπής (silence suppression) και η συλλογή στατιστικών (statistics gathering). Στη γενική περίπτωση, τα χαρακτηριστικά των media gateways περιλαμβάνουν μερικά ή όλα τα παρακάτω χαρακτηριστικά:
 - ο Πύλες ζεύξεων που διασυνδέουν δίκτυα VoIP και το δίκτυο PSTN.
 - ο Cable modems, συσκευές xDSL, ευρυζωνικές ασύρματες συσκευές και άλλες πύλες που παρέχουν interface μεταξύ του παραδοσιακού αναλογικού τηλεπικοινωνιακού δικτύου και των IP-based δικτύων.

- **Το δίκτυο IP**, για τη μεταφορά της audio πληροφορίας. Η μεταφορά θα πρέπει να γίνεται όσο είναι το δυνατό σε πραγματικό χρόνο και χωρίς μεγάλες

καθυστερήσεις, καθώς μια ακολουθία δειγμάτων φωνής είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη σε καθυστερήσεις και σε απώλειες πακέτων. Η CoS, τάξη ποιότητας της υπηρεσίας (Class Of Service), εξασφαλίζει την παροχή προτεραιότητας στα πακέτα της συγκεκριμένης εφαρμογής όταν το δίκτυο IP χρησιμοποιείται και για τη μεταφορά άλλου είδους δεδομένων, εκτός φωνής.

- **Session Border Controllers**, τα οποία ελέγχουν σε πραγματικό χρόνο τη συμμόρφωση του δικτύου κατά την ανταλλαγή μηνυμάτων σηματοδοσίας. Συγκεκριμένα, εκτελούν διάφορες διαδικασίες ελέγχου αποδοχής κλήσης (Call Admission Control) που αφορούν αρχικά στην αποτροπή συμμόρφωσης στο δίκτυο με την εξασφάλιση αρκετού εύρους ζώνης για τις αδειοδοτούμενες ροές δεδομένων (αποτροπή υπερκάλυψης δικτύων VoIP και προστασία από υπερβολική κίνηση δεδομένων στο δίκτυο), αλλά και σε ενέργειες για την προστασία από DoS (Denial of Service) και DDoS (Distributed Denial of Service) επιθέσεις, για τη διατήρηση της πολιτικής ορθής χρήσης των υπηρεσιών από τους πελάτες του δικτύου (policing SLAs), για την αποτροπή κλοπής εύρους ζώνης αλλά και για τη διαχείριση των κλήσεων έκτακτης ανάγκης. Τα Session Border Controllers υποστηρίζουν ταυτόχρονα τα VoIP πρωτόκολλα σηματοδοσίας όπως SIP, H.323, H.248 και MGCP, καθώς επίσης και πρωτόκολλα RTP (Real Time Protocol) και RTCP (Real Time Transport Control Protocol) που συνδέονται με τη μεταφορά φωνής, βίντεο, ή άλλων πολυμεσικών δεδομένων. Με το συσχετισμό της σηματοδότησης και της μεταφοράς πολυμεσικών δεδομένων κατά την εξέλιξη μιας VoIP κλήσης, τα Session Border Controllers είναι σε θέση να ελέγξουν την ασφάλεια των υπηρεσιών και την ποιότητα της υπηρεσίας (QoS) καθώς επίσης και την αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών επικοινωνιακών δικτύων. Τέλος μπορεί να ελέγξουν και το εύρος ζώνης και να απομονώσουν τα προβλήματα του δικτύου. Αποτελούν ουσιαστικά το πρώτο βήμα διαχωρισμού του πελάτη από το υπόλοιπο δίκτυο, συμβάλλοντας έτσι στην ασφάλεια του παρεχόμενου VoIP δικτύου.

A.5.2. Δικτυακές Λειτουργίες VoIP δικτύου

Οι δικτυακές λειτουργίες της VoIP τηλεφωνίας είναι κατά βάση όμοιες με τις δικτυακές λειτουργίες που προσφέρει το παραδοσιακό τηλεφωνικό δίκτυο, PSTN, με κάποιες βέβαια αλλαγές που αφορούν στον τρόπο που τις υλοποιούν. Συγκεκριμένα οι λειτουργίες που καθιστούν δυνατή την επίτευξη επικοινωνίας μεταξύ δύο συνομιλητών, μέσω της VoIP τεχνολογίας τηλεφωνίας είναι:

- **Οι υπηρεσίες βάσεων δεδομένων** όπως και στην τεχνολογία PSTN, με την διαφορά ότι τα VoIP δίκτυα προσδιορίζουν τα end-points από την IP διεύθυνσή τους και τον αριθμό πόρτας, στην εύρεση των οποίων σημαντικό ρόλο μπορεί να παίξει το DNS.
- **Οι υπηρεσίες σηματοδότησης** όπως και στην τεχνολογία PSTN, με την διαφορά ότι τα VoIP end-points επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ανταλλαγής μηνυμάτων. Η μορφή των μηνυμάτων καθορίζεται από το πρωτόκολλο σηματοδοσίας που χρησιμοποιείται όπως πχ το SIP, H.323 κλπ
- **Οι μηχανισμοί μεταφοράς audio δεδομένων** όπως και στην τεχνολογία PSTN, με την διαφορά πως αντί να χρησιμοποιήσουν για τη μετάδοση του audio payload ένα DS-0 κανάλι, χρησιμοποιούν τους διαθέσιμους πόρους δικτύων. Για να ολοκληρώσουν τη σύνδεση, τοποθετούν ένα σύνολο ενός ή περισσότερων δειγμάτων PCM, σε ένα διάγραμμα δεδομένων IP. Στη συνέχεια τα παραπάνω διαγράμματα δεδομένων κωδικοποιούνται σύμφωνα με το πρωτόκολλο RTP (Real Time Protocol) και μεταδίδονται μέσω ενός routed ή packed-forwarded IP δικτύου.
- **Η διαδικασία κωδικοποίησης-αποκωδικοποίησης (CODEC)** όπως και στην τεχνολογία PSTN, με την διαφορά ότι χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι με διαφορετικές ανάγκες σε εύρος ζώνης και με διαφορετικές ικανότητες συμπίεσης. Η χρησιμοποίηση του G.711 το οποίο ταυτίζεται με αυτό που χρησιμοποιείται από το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο δίνει την καλύτερη ποιότητα φωνής και την μικρότερη καθυστέρηση.

A.5.3. Πλεονεκτήματα- Κίνδυνοι VoIP τηλεφωνίας

Συνοψίζοντας, τα πλεονεκτήματα της χρήσης των VoIP τηλεπικοινωνιών έναντι του παραδοσιακού τηλεφωνικού δικτύου είναι:

- **Μεγαλύτερη Απόδοση:** Η μεγαλύτερη απόδοση προέρχεται από το γεγονός πως στα IP δίκτυα, όλη η πληροφορία μεταφέρεται στο δίκτυο με τη μορφή πακέτων που έχουν ως προορισμό τον παραλήπτη, χωρίς να είναι απαραίτητη η δρομολόγησή τους από τον ίδιο φυσικό δρόμο, κάτι απαραίτητο για την τεχνολογία του PSTN.
- **Μικρότερο Κόστος:** Τα συστήματα IP προσφέρουν οικονομικές υπηρεσίες επικοινωνιών, παρακάμπτοντας το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο και τις χρεώσεις για κλήσεις σε μεγάλες αποστάσεις.
- **Μειωμένη Πολυπλοκότητα-Αυξημένη Ευελιξία:** Το VoIP προσφέρει την ευκαιρία ενοποίησης υπηρεσιών δεδομένων και φωνής, χωρίς όμως να αυξάνεται η πολυπλοκότητα του δικτύου μεταφοράς, το οποίο παρουσιάζει μειωμένες απαιτήσεις σε εξοπλισμό και διαχείριση ενώ παρέχει ευελιξία στο να τροποποιηθεί με την προσθήκη ή αφαίρεση κόμβων.
- **Βελτιωμένες ικανότητες,** μέσω των αναπτυγμένων υπηρεσιών και βοηθητικών λειτουργιών που παρέχει στους χρήστες πχ video conferencing.

Τέλος, όπως κάθε υπηρεσία, η χρήση των VoIP υπηρεσιών θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν και συγκεκριμένους κινδύνους όπως:

- Οι διακοπές, οι οποίες μπορεί να προέλθουν από επιθέσεις διαδικτύου όπως ιοί και ιοί τύπου worm που έχουν ως αποτέλεσμα την διατάραξη της ή ακόμα και την προσωρινή διακοπή της.
- Το ηλεκτρονικό «ψάρεμα» μέσω φωνής, το οποίο είναι γνωστό ως «vishing». Σύμφωνα με την πρακτική αυτή, ο επιτιθέμενος έρχεται σε επαφή με τον χρήστη χρησιμοποιώντας τη γραμμή VoIP προσπαθώντας να

αποσπάσει προσωπικές, πολύτιμες, οικονομικής φύσεως πληροφορίες.

- Η απώλεια ιδιωτικού απορρήτου καθώς μέρος της κυκλοφορίας VoIP δεν είναι κρυπτογραφημένο.
- Το hacking και
- Η εξάρτηση από το διαδίκτυο και το ηλεκτρικό δίκτυο, καθώς οποιαδήποτε στιγμή ο πάροχος της υπηρεσίας internet ή το ηλεκτρικό δίκτυο τεθεί εκτός λειτουργίας θα έχει ως αποτέλεσμα και τη διακοπή της VoIP υπηρεσίας.

Οι παραπάνω κίνδυνοι δεν μειώνουν τα πλεονεκτήματα της VoIP επικοινωνίας καθώς μπορούν να αντιμετωπιστούν μέσω της εξασφάλισης της ασφάλειας του εξοπλισμού, μέσω πιστοποιήσεων γνησιότητας και κρυπτογράφησης, μέσω τείχους προστασίας όπως και μέσω λογισμικών για προστασία από ιούς.

Από το 2009 έχουν κάνει την εμφάνιση τους εταιρείες που παρέχουν ελληνικά νούμερα (αρχίζουν από 70 και δεν έχουν γεωγραφικό περιορισμό) για χρήση με VoIP υπηρεσίες, που εκτός από εξερχόμενες κλήσεις δέχονται και εισερχόμενες κλήσεις από όλους σχεδόν τους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους.

A.5.4. WebRTC vs VoIP

Τέλος, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να αναφερθεί πως η ανάπτυξη των προγραμμάτων περιήγησης στο διαδίκτυο (web browsers) και η «ενσωμάτωσή» τους σε κάθε σχεδόν λειτουργικό σύστημα, οδήγησε στην ανάπτυξη νέων IP τηλεπικοινωνιακών συστημάτων όπως το WebRTC, τα οποία παρέχουν τη λειτουργικότητα των πραγματικού-χρόνου πολυμεσικών εφαρμογών χωρίς την εγκατάσταση πρόσθετων ή την χρησιμοποίηση προσθήκων. Τέτοια συστήματα, τα οποία είναι βασισμένα στη γλώσσα προγραμματισμού JavaScript, όπως τα WebRTC και CU-RTC-WEB, αποτελούν διεπαφές που παρέχουν μια browser to browser επικοινωνία με εφαρμογές για φωνή, βίντεο και peer to peer διαμοίρασμα αρχείων ανεξαρτήτως του περιηγητή που χρησιμοποιείται.

Οι παραπάνω δυνατότητες καθιστούν εφικτή την συνύπαρξη με μια VoIP επικοινωνία, η οποία ενεργοποιείται μέσω των

Web-based εφαρμογών. Σε αυτή, η επιλογή και η ενσωμάτωση του πρωτοκόλλου σηματοδοσίας που θα χρησιμοποιηθεί αφήνεται στον προγραμματιστή αφού η ανάπτυξη αυτών των συστημάτων βρίσκεται ακόμα σε αρχικό στάδιο και δεν περιλαμβάνει τέτοιου είδους ενσωματωμένα πρωτόκολλα.

Σε κάθε περίπτωση και τα δύο συστήματα συμβάλλουν στην ενίσχυση της εμπειρίας του χρήστη και στην παροχή δυνατότητας επικοινωνίας από οπουδήποτε και μέσω οποιασδήποτε συσκευής.

A.6. Πρωτόκολλα VoIP τηλεφωνίας

Για να υλοποιηθεί και να λειτουργήσει ένα VoIP σύστημα χρειάζεται ένα σύνολο από πρωτόκολλα, ώστε να είναι δυνατή η επικοινωνία μεταξύ των χρηστών αλλά και για να καλυφθούν οι διαχειριστικές ανάγκες του δικτύου.

Τα απαραίτητα πρωτόκολλα χωρίζονται σε:

- Πρωτόκολλα Σηματοδοσίας
- Πρωτόκολλα Μεταφοράς Ήχου/Video και
- Πρωτόκολλα Υποστήριξης (QoS (Quality of Service), AAA (Authentication, Authorization, Accounting), Address Translation κ.ά).

Για το κομμάτι της σηματοδοσίας, το οποίο θα αναλυθεί εκτενέστερα, υπάρχουν κυρίως τα πρωτόκολλα SIP/SDP (IETF) και H.323 (ITU-T). Το H.323, το οποίο πλέον έχει ξεπεραστεί και δεν χρησιμοποιείται, ήταν ένα αρκετά «σταθερό» πρωτόκολλο αλλά υστερούσε σε σχέση με το SIP/SDP, το οποίο είναι αυτό που σήμερα χρησιμοποιείται κυρίως, έχοντας κερδίσει το μεγαλύτερο μερίδιο στη συγκεκριμένη τεχνολογία.

Για το κομμάτι μεταφοράς των πακέτων ήχου/video χρησιμοποιούνται κυρίως τα RTP (IETF's, adopted by ITU-T) και SCTP (Stream Control Transmission Protocol- RFC 2960).

Τέλος, τα πρωτόκολλα υποστήριξης που χρησιμοποιούνται κυρίως είναι το DNS, το TRIP (Telephony Routing Over IP) για ανταλλαγή των routing tables μεταξύ των gateways, το

RSVP (Resource Reservation Setup Protocol), το COPS (Common Open Policy Service) το οποίο είναι υπεύθυνο για την πολιτική ελέγχου της ποιότητας υπηρεσιών (QoS), το Diameter για το Authentication, Accountig και Authorization κ.ά.

A.7. Πρωτόκολλο SIP

“ Ό,τι έκανε το HTTP για το Web, το SIP θα το κάνει για τις τηλεπικοινωνίες”

Το πρωτόκολλο SIP αποτελεί ένα πρωτόκολλο στρώματος εφαρμογής και περιγράφεται στο RFC 3261. Πρόκειται για ένα text-based πρωτόκολλο που μοιάζει με το πρωτόκολλο μεταφοράς υπερκειμένων (HTTP) και το απλό πρωτόκολλο μεταφοράς ταχυδρομείου (SMTP) και είναι βασισμένο στο μοντέλο πελατών εξυπηρετητών (client-server model). Για το λόγο αυτό, τα αιτήματα (requests) παράγονται από μια οντότητα χρήστη (client) και αποστέλλονται σε μια οντότητα εξυπηρετητή (server) η οποία ανταποκρίνεται στα αιτήματα, τα επεξεργάζεται και στέλνει την απάντηση στον χρήστη (response).

A.7.1. Βασικές Οντότητες SIP

Οι βασικές οντότητες του πρωτοκόλλου SIP είναι τέσσερις:

- **SIP User Agents (UA)**. Πρόκειται για το λογισμικό που εκτελείται από τις συσκευές των τελικών χρηστών κατά τη διάρκεια εγκατάστασης μιας VoIP κλήσης. Ένας SIP user agent μπορεί να λειτουργήσει είτε ως User Agent Client (UAC) είτε ως User Agent Server (UAS). Ο ρόλος του UAC ενεργοποιείται όταν ο τελικός χρήστης πραγματοποιεί μια κλήση, ενώ ο ρόλος του UAS ενεργοποιείται όταν ο τελικός χρήστης δέχεται μια εισερχόμενη κλήση.
- **SIP Proxy Servers**. Πρόκειται για το λογισμικό που εκτελείται από τους κεντρικούς κόμβους ενός VoIP δικτύου, οι οποίοι αποδέχονται τα requests που υποβάλλονται από τους UACs για εγκατάσταση κλήσης.

Όταν ένα τέτοιο request μήνυμα ληφθεί, ο SIP Proxy Server επικοινωνεί αρχικά με τον SIP Registrar Server για να λάβει πληροφορία για την τρέχουσα θέση του χρήστη που καλείται. Στην περίπτωση που εντοπιστεί, το SIP request προωθείται στον SIP UAS του χρήστη, αλλιώς προωθείται στον επόμενο κόμβο του SIP Proxy Server. Αν μετά από ικανό αριθμό βημάτων, ο χρήστης δεν εντοπιστεί, ο SIP Proxy Server στέλνει μήνυμα SIP response στον αρχικό χρήστη που έστειλε το αίτημα για επικοινωνία. Στις αρμοδιότητες του SIP Proxy Server είναι τέλος και η τροποποίηση ενός SIP request μηνύματος πριν την αποστολή του στον αντίστοιχο SIP UA ή στον επόμενο κόμβο SIP Proxy Server.

- **SIP Redirect Server.** Οι SIP Redirect Servers αποκρίνονται σε ένα SIP request με μία ή περισσότερες τρέχουσες διευθύνσεις, έτσι ώστε οι SIP UACs να αποστείλουν νέα SIP requests σε εναλλακτικές τοποθεσίες.
- **SIP Registrar Server.** Ένας SIP Registrar Server αποδέχεται SIP requests και δημιουργεί εγγραφές σε βάσεις δεδομένων που αντιστοιχούν, τις λογικές διευθύνσεις των χρηστών του domain για το οποίο είναι υπεύθυνοι, με φυσικές διευθύνσεις της τρέχουσας θέσης τους. Κατά την εγκατάσταση της κλήσης, ο SIP Registrar Server ανακτά και στέλνει την τρέχουσα φυσική διεύθυνση του καλούμενου στον SIP Proxy Server για την κατάλληλη προώθηση του αρχικού SIP Request.

A.7.2. Δομή Επικεφαλίδας SIP

Η επικεφαλίδα ενός SIP μηνύματος έχει την εξής μορφή:

- **From:** Αποστολέας του μηνύματος
- **To:** Παραλήπτης του μηνύματος
- **Request-URI:** Τρέχων προορισμός-Αλλάζει κατά τη διάρκεια μιας κλήσης
- **Contact:** Διεύθυνση ενδιαμέσων παραληπτών (Μηνύματα INVITE/OPTIONS/ACK/REGISTER)

A.7.3. Μηνύματα SIP

Δύο είναι οι βασικοί τύποι SIP μηνυμάτων: τα SIP requests και τα SIP responses. Τα requests είναι μηνύματα που αποστέλλονται από ένα SIP UAC και λαμβάνονται από έναν SIP UAS, ενώ τα responses είναι μηνύματα που αποστέλλονται από έναν SIP UAS και λαμβάνονται από έναν SIP UAC.

Τα βασικά SIP Requests είναι:

- **Invite** (Έναρξη περιόδου επικοινωνίας)
- **ACK** (Επιβεβαίωση για εγκαθίδρυση της περιόδου επικοινωνίας)
- **OPTIONS** (Ζητά πληροφορίες για τις δυνατότητες του server)
- **CANCEL** (Τερματίζει ένα αίτημα ή μια αναζήτηση ενός χρήστη)
- **BYE** (Τερματίζει μια σύνδεση ή απορρίπτει μια κλήση)
- **REGISTER** (Εγγράφει την τρέχουσα τοποθεσία του χρήστη, Σύνδεση)
- **INFO** (Για mid-session σηματοδότηση)

Οι απαντήσεις (responses) είναι της μορφής:

- **1xx** (Informational (πχ 100 Trying, 180 Ringing))
- **2xx** (Successful (πχ 200 OK, 202 Accepted))
- **3xx** (Redirection (πχ 302 Moved Temporarily))
- **4xx** (Request Failure (πχ 404 Not Found, 482 Loop Detected))
- **5xx** (Server Failure (πχ 501 Not Implemented))
- **6xx** (Global Failure (πχ 603 Decline))

A.7.4. SIP - Συσχετιζόμενα πρωτόκολλα

Το SIP συνεργάζεται με πληθώρα άλλων πρωτοκόλλων για την εξασφάλιση μιας επιτυχημένης δικτυακής επικοινωνίας, γεγονός που του χαρίζει ευελιξία.

Συγκεκριμένα μπορεί να συνεργαστεί με:

- **Το πρωτόκολλο TLS**, για την πρόσθεση της απαραίτητης ασφάλειας στις κλήσεις, καθώς μέσω αυτού η συνδιάλεξη κρυπτογραφείται.
- **Το πρωτόκολλο SCTP** το οποίο αντικαθιστά το TCP στη μετάδοση πακέτων δεδομένων, τα οποία μεταφέρουν οποιαδήποτε συνδιάλεξη μέσω SIP. Μέσω αυτού εξασφαλίζεται η αξιόπιστη μετάδοση καθώς αφενός αρέχει τη δυνατότητα λήψης πακέτων με τη σειρά με την οποία εστάλησαν από τον πομπό και αφετέρου ελέγχει την πιθανή συμφόρηση στο δίκτυο.
- **Το πρωτόκολλο RTP** (Real Time Protocol) για την μεταφορά ήχου και εικόνας μέσω του δικτύου και το
- **Το πρωτόκολλο SDP** για τον έλεγχο των παραμέτρων επικοινωνίας όπως η IP του καλούντος και του καλούμενου, οι πόρτες επικοινωνίας, ο τύπος επικοινωνίας που θα λάβει χώρα (εικόνα, ήχος) καθώς και η διαπραγμάτευση του CODEC που θα χρησιμοποιήσουν οι δύο πλευρές της συνδιάλεξης.

A.7.5. Πλεονεκτήματα SIP

Τέλος, τα πλεονεκτήματα του SIP έναντι των άλλων πρωτοκόλλων σηματοδότησης συνοψίζονται σε:

- Σταθερότητα
- Ταχύτητα
- Ευελιξία, καθώς είναι βασισμένο σε κείμενο
- Αφάλεια

ενώ υποστηρίζεται αξιόπιστα μέσω της Java.

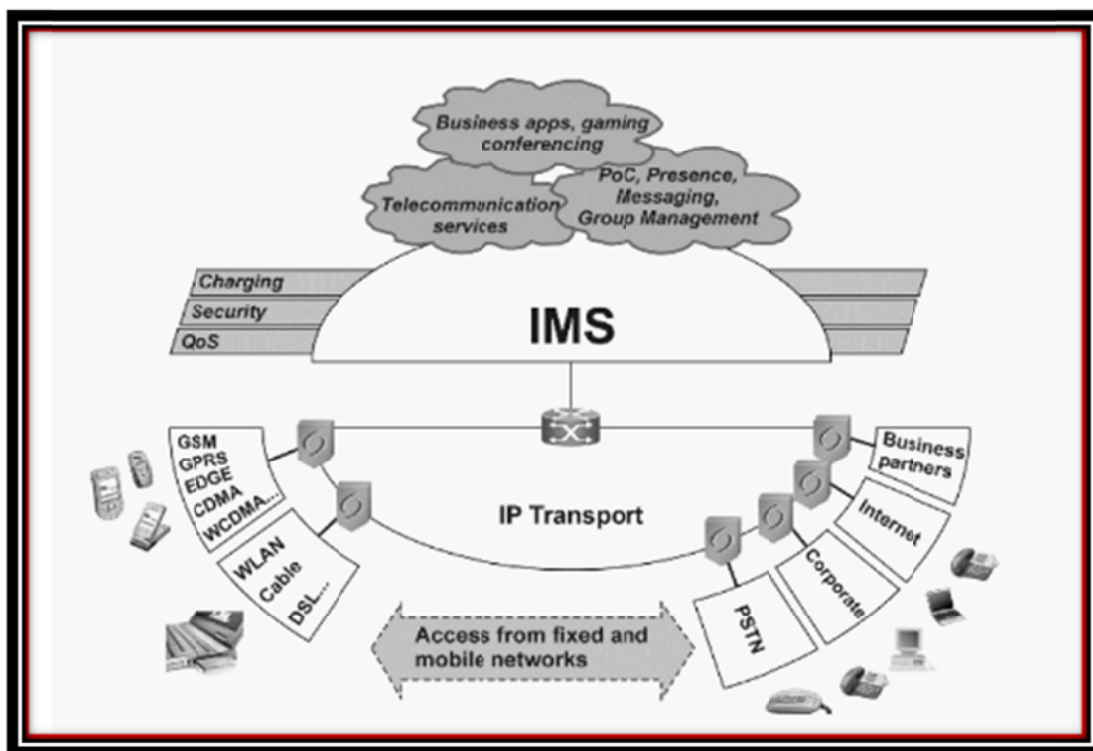
A.8. IMS (IP Multimedia Subsystem)

«IMS is a global, access - independent and standard - based IP connectivity and service control architecture that enables various types of multimedia

services to end - users using common Internet - based protocols»

Το IMS (IP Multimedia Subsystem) είναι ένα διεθνώς αναγνωρισμένο πρότυπο που καθορίζεται από την Third Generation Partnership Project (3GPP/3GPP2) και αποτελεί μια γενική αρχιτεκτονική, η οποία προσφέρει έναν νέο τρόπο μεταφοράς VoIP και πολυμεσικών υπηρεσιών ανεξαρτήτως της συσκευής (κινητό τηλέφωνο, σταθερή-γραμμής τηλέφωνο, laptop) ή του τρόπου πρόσβασης (κυψελωτό δίκτυο, Broadband, σταθερή-γραμμή κλπ) που χρησιμοποιείται. Συγκεκριμένα προσφέρει:

- Επικοινωνία σε πραγματικό ή μη, χρόνο, απευθείας μεταξύ συνομιλητών ή μέσω μιας client-server διαμόρφωσης.
- «Μεταφορική» δυνατότητα των υπηρεσιών ή των χρηστών (Nomadicity) καθώς οποιοσδήποτε μπορεί να μεταφέρει τις επικοινωνίες του οπουδήποτε και σε οποιοδήποτε τερματικό.
- Πολλαπλές συνεδρίες και υπηρεσίες που πραγματοποιούνται ταυτόχρονα πάνω στην ίδια σύνδεση.



Εικόνα Α.2. Δίκτυο IMS

Για την επίτευξη των παραπάνω χαρακτηριστικών το IMS παρέχει ένα ανεξάρτητο, ασφαλές, αξιόπιστο και έμπιστο IP δίκτυο που θεσπίζεται από πλήθος πρωτοκόλλων. Υποστηρίζει κάθε τύπου υπηρεσία που μπορεί να μεταφερθεί από οποιοδήποτε δίκτυο πρόσβασης που διαθέτει στοιχειώδη ποιότητα υπηρεσιών (QoS) και με το οποίο μπορεί να αλληλεπιδράσει μέσω κατάλληλης διεπαφής (π.χ WiFi, WiMAX, UMTS, CDMA2000, xDSL κλπ.)

A.8.1. Χαρακτηριστικά IMS

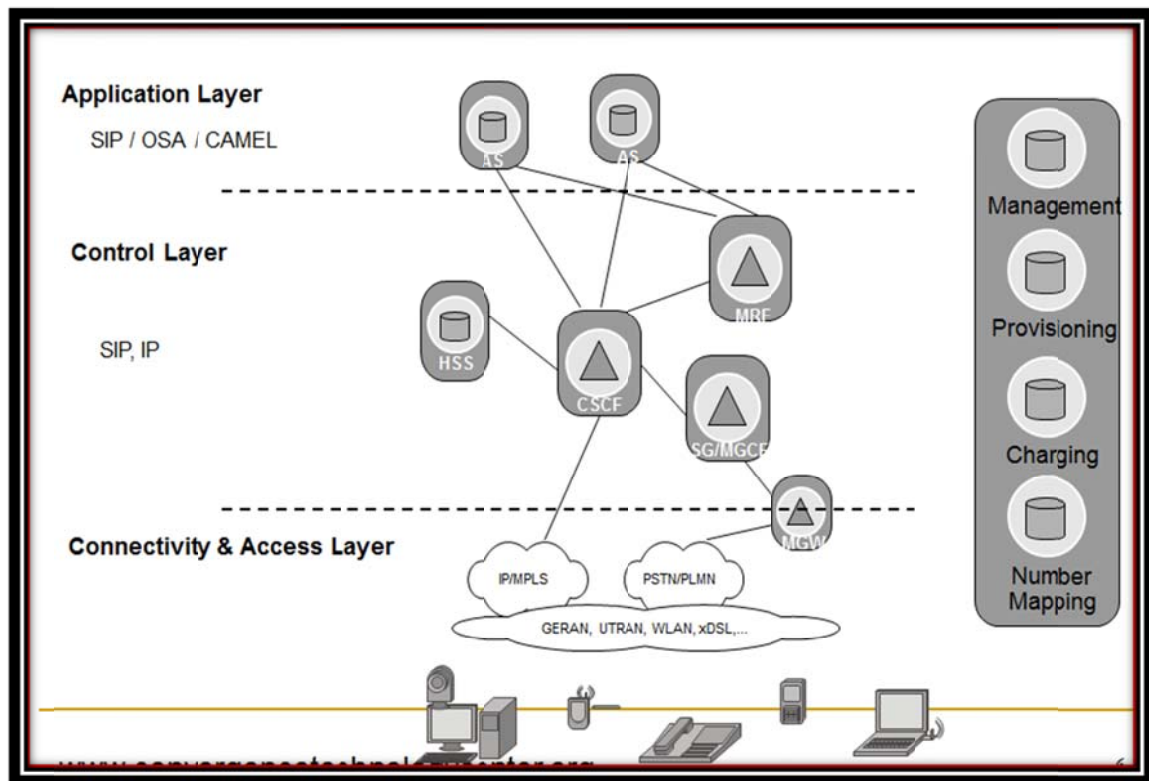
Τα χαρακτηριστικά και οι προϋποθέσεις που συνιστούν τις λειτουργίες που υποστηρίζει ένα δίκτυο IMS αφορούν σε:

- **Συνδεσιμότητα IP:** Ο χρήστης ενός IMS συστήματος, θα πρέπει να διαθέτει σύνδεση στο Internet.
- **Ανεξαρτησία Πρόσβασης:** Το IMS έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να αλληλεπιδράσει με κάθε δίκτυο συνδεσιμότητας IP.
- **Εξασφάλιση Ποιότητας Υπηρεσίας:** Κατά τη διάρκεια εγκαθίδρυσης μιας SIP συνεδρίας από το τερματικό, παράμετροι όπως ο τύπος των δεδομένων, ο ρυθμός μεταφοράς, το μέγεθος του πακέτου και το εύρος ζώνης γίνονται αντικείμενο διαπραγμάτευσης στο στρώμα εφαρμογής. Στο τέλος της διαπραγμάτευσης δεσμεύονται οι πόροι από το δίκτυο πρόσβασης. Τότε τα τερματικά κωδικοποιούν και μετατρέπουν με ένα κατάλληλο πρωτόκολλο (πχ RTP) σε μεμονωμένα πακέτα τους τύπους πολυμεσικών εφαρμογών και τα στέλνουν στο στρώμα πρόσβασης και μεταφοράς χρησιμοποιώντας ένα πρωτόκολλο του δικτύου μεταφοράς (TCP, UDP).
- **Πολιτική για Επιβεβαίωση της Σωστής Χρήσης των Πόρων:** Η πολιτική αυτή αναφέρεται στη δυνατότητα ελέγχου της χρήσης των πόρων και της κίνησης του συστήματος και απαιτεί αλληλεπίδραση μεταξύ του IMS και του δικτύου πρόσβασης.

- **Ασφαλής Επικοινωνία:** Το IMS διασφαλίζει ότι οι χρήστες είναι πιστοποιημένοι πριν αρχίσουν την χρησιμοποίηση των υπηρεσιών και παρέχει ένα επίπεδο ασφάλειας παρόμοιο με αυτό των GPRS και GSM.
- **Χρεώσεις:** Στο IMS επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν χρεώσεις διαφορετικών ειδών και κατηγοριών.
- **Υποστήριξη Περιογωγής:** Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες ακόμα κι όταν δεν βρίσκεται γεωγραφικά στην περιοχή εξυπηρέτησης του βασικού του δικτύου.
- **Διασυνεργασία με άλλα Δίκτυα:** Υποστηρίζεται η επικοινωνία με PSTN, ISDN, mobile και internet χρήστες.
- **Ανάπτυξη νέων υπηρεσιών** που δεν αφορούν μόνο VoIP εφαρμογές.

A.8.2. Στρώματα IMS αρχιτεκτονικής

Η αρχιτεκτονική στην οποία στηρίζεται η δομή του IMS περιλαμβάνει τα εξής στρώματα:



Εικόνα Α.3. IMS Layers

- **Στρώμα Πρόσβασης (Access Layer):** Το IMS υποστηρίζει ανεξάρτητη πρόσβαση. Στην περίπτωση ενός κινητού, αυτή μπορεί να είναι το GPRS, EDGE, UMTS, Wireless LAN ή CDMA2000 ενώ στην περίπτωση σταθερού δικτύου, τα ADSL δίκτυα πρόσβασης.
- **Στρώμα Συνδεσιμότητας (Connectivity Layer):** Το στρώμα αυτό συνίσταται από το Στρώμα Πρόσβασης και το Στρώμα Μεταφοράς (Transport Layer), το οποίο αποτελεί ένα IP δίκτυο αποτελούμενο από IP routers.
- **Στρώμα Ελέγχου (Session Control Layer):** Το στρώμα αυτό περιλαμβάνει τους servers ελέγχου του δικτύου για την εγκαθίδρυση, τη διαμόρφωση και τη διαχείριση κλήσεων με τον κύριο ρόλο να κατέχουν οι CSCFs (Call Session Control Functions) και ο HSS (Home Subscriber Server). Όσον αφορά στους CSCFs, με την κλήση σε έναν SIP server, έχουν το ρόλο να επιτελούν το end-point registration όπως και τη δρομολόγηση των μηνυμάτων σηματοδοσίας SIP στον application server που είναι σχετικός με τη ζητούμενη υπηρεσία.

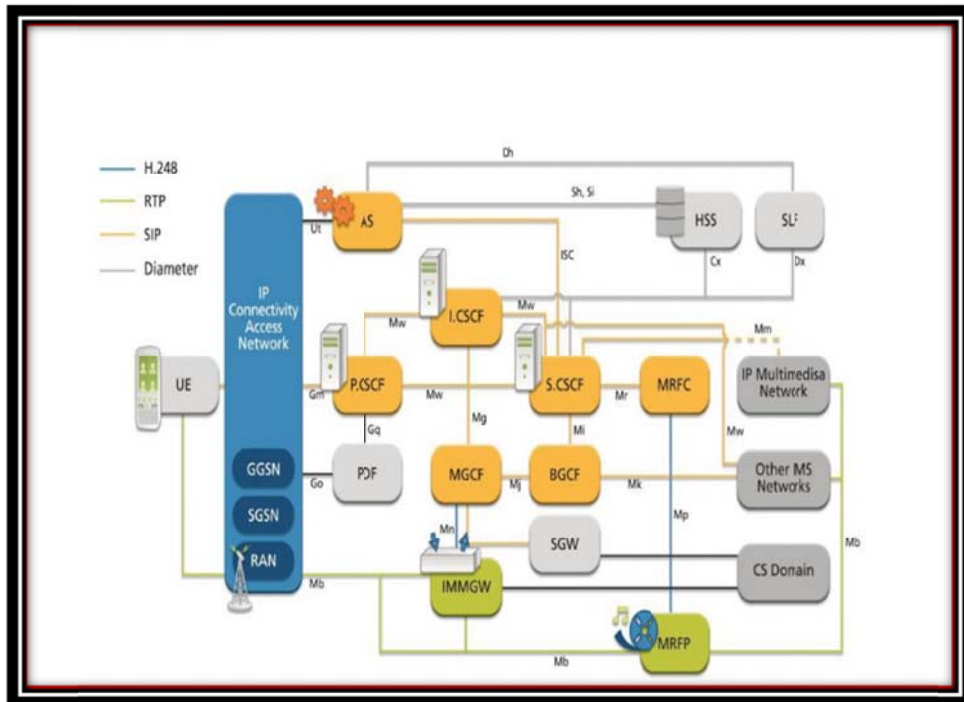
Επιπρόσθετα επικοινωνούν με τα στρώματα πρόσβασης και μεταφοράς ώστε να εξασφαλίσουν την απαραίτητη ποιότητα υπηρεσίας (QoS). Όσον αφορά στον HSS, αυτός αποτελεί τη βάση δεδομένων που διαχειρίζεται τα προφίλ των χρηστών του δικτύου.

- **Στρώμα Εφαρμογής (Application Layer):** Το στρώμα Εφαρμογής αξιοποιεί τους servers περιεχομένου για να παράσχει χρήσιμες υπηρεσίες. Το στρώμα αυτό αποτελείται από τον Application Server (AS), τον Multimedia Resource Function Controller (MRFC) και τον Multimedia Resource Function Processor (MRFP). Ο AS είναι υπεύθυνος τόσο για την εκτέλεση της λογικής της συγκεκριμένης υπηρεσίας όπως π.χ call flows όσο και για να παρέχει μια διεπαφή αλληλεπίδρασης με τους χρήστες της υπηρεσίας. Από την άλλη μεριά, Ο MRFP παρέχει επιπρόσθετες λειτουργίες επεξεργασίας στο στρώμα εφαρμογής. Μέσω αυτού είναι δυνατό να υποστηριχθούν υπηρεσίες όπως push-to-talk, video, ή ακόμα και υπηρεσίες τηλεδιάσκεψης ή προσωποποιημένοι ήχοι κλήσης.

A.8.3. Βασικές Οντότητες IMS δικτύου

Οι βασικές οντότητες που συνθέτουν ένα δίκτυο IMS είναι:

- **Το IMS τερματικό (IMS terminal):** Πρόκειται για ένα λογισμικό σε έναν υπολογιστή ή σε ένα IP τηλέφωνο ή σε έναν UMTS mobile station που έχει τη δυνατότητα να στέλνει και να δέχεται μηνύματα SIP.
- **Home Subscriber Server (HSS):** Πρόκειται για την βάση δεδομένων στην οποία αποθηκεύονται τόσο πληροφορίες για τους χρήστες όσο και δεδομένα σχετικά με υπηρεσίες του IMS. Οι πληροφορίες και τα δεδομένα περιλαμβάνουν τις ταυτότητες των χρηστών, τις πληροφορίες σύνδεσης, τις παραμέτρους πρόσβασης κ.α.



Εικόνα Α.4. IMS Entities and Interfaces

- **Call Session Control Function (CSCF):** Πρόκειται για έναν SIP server που επεξεργάζεται τη σηματοδότηση SIP εσωτερικά στο δίκτυο IMS. Αποτελείται από τους:
 - **P-CSCF (Proxy CSCF) :** Πρόκειται για το πρώτο σημείο επαφής με το IMS και συμπεριφέρεται ως SIP Proxy Server. Οι λειτουργίες του είναι:
 - Εκτέλεση απαραίτητων τροποποιήσεων σε SIP requests προτού τα προωθήσει σε άλλες οντότητες του δικτύου.
 - Προώθηση των SIP Register requests από το τερματικό εσωτερικά στο δίκτυο.
 - Προώθηση μηνυμάτων SIP από το τερματικό σε έναν SIP server (πχ S-CSCF).
 - Προώθηση μηνυμάτων SIP από το δίκτυο στο τερματικό.
 - Διατήρηση μιας σχέσης ασφάλειας με το τερματικό.
 - Ανίχνευση περίπτωσης ανάγκης.

- Δημιουργία CDRs (Call Detail Records) για λογαριασμούς χρεώσεων.
- **I-CSCF (Interrogation-CSCF)**: Πρόκειται για το σημείο επαφής με τον διαχειριστή του δικτύου για όλες τις συνδέσεις που προορίζονται για έναν χρήστη του δικτύου. Οι λειτουργίες που επιτελεί είναι:
 - Η επικοινωνία με τον HSS για το όνομα του S-CSCF που θα εξυπηρετήσει τον χρήστη.
 - Η εκχώρηση ενός S-CSCF server σύμφωνα με τις δυνατότητες που έχουν ληφθεί από τον HSS όταν δεν υπάρχει διαθέσιμος.
 - Η προώθηση των SIP requests και responses στον S-CSCF.
 - Η παροχή της λειτουργίας απόκρυψης μιας εσωτερικής δομής δικτύου από ένα εξωτερικό δίκτυο.
- **S-CSCF (Serving-CSCF)**: Πρόκειται για τον διαχειριστή της κατάστασης των συνεδριών που επιτελεί ένας εγγεγραμμένος χρήστης, επιτελώντας και λειτουργίες ελέγχου. Συγκεκριμένα :
 - Λειτουργεί ως SIP Registrar για την αποδοχή των SIP registration requests κάνοντας παράλληλα τις πληροφορίες σύνδεσης και τοποθεσίας που λαμβάνει, διαθέσιμες στους servers του δικτύου όπως ο HSS.
 - Εκτελεί τις διαδικασίες ελέγχου που αφορούν στις κλήσεις ενός εγγεγραμμένου χρήστη καθώς αναμεταδίδει τα SIP requests και responses μεταξύ καλούντος και καλούμενου τερματικού.
 - Λειτουργεί ως Proxy Server που αναμεταδίδει τα μηνύματα SIP μεταξύ των χρηστών και άλλων CSCFs ή SIP servers.
 - Αλληλεπιδρά με Application Servers ως διεπαφή προς τις εφαρμογές που προσφέρουν.

- Επιτελεί λειτουργίες όπως ειδοποιήσεις σε χρήστες ή δημιουργία εγγραφών που αφορούν χρεώσεις (CDRs).
- **MGCF, IMS-MGW, T-SGW:** Χρησιμοποιούνται για την διασυνεργασία με τα δίκτυα PSTN και GSM. Συγκεκριμένα:
 - ο **MGCF (Media Gateway Control Function):** Ελέγχει αφενός τα στοιχεία της IMS-MGW μέσω του πρωτοκόλλου Megaco στην πλευρά του χρήστη και αφετέρου είναι υπεύθυνη για τη μετατροπή από την πλευρά σηματοδοσίας του SIP σε κατάλληλη σηματοδοσία για τα δίκτυα πρόσβασης (πχ ISUP). Για το λόγο αυτό μεταφέρει τα μηνύματα σηματοδοσίας ISUP στην Trunking Signaling Gateway (T-SGW) μέσω του στρώματος IP.
 - ο **IMS-MGW (IMS Media Gateway):** Στο επίπεδο διασύνδεσης χρήστη, μετατρέπει τις IP ροές δεδομένων από την πλευρά του IMS σε μορφή TDM, κατάλληλη για το PSTN.
 - ο **T-SGW (Trunking Signaling Gateway):** Μεταφέρει τα ISUP μηνύματα μέσω του SS7 στο PSTN ή σε άλλα ασύρματα δίκτυα.

Τέλος όσον αφορά στις υπηρεσίες που υποστηρίζονται, η αρχιτεκτονική του δικτύου IMS περιλαμβάνει δύο οντότητες:

- Τους **Application Servers (AS):** Οι application servers παρέχουν τόσο το περιβάλλον για την εκτέλεση όσο και τη λογική που ακολουθείται για μια συγκεκριμένη υπηρεσία. Επιπλέον περιλαμβάνεται και η σηματοδοσία για μια ή περισσότερες υπηρεσίες.
- Τη **Multimedia Resource Function (MRF):** Ο ρόλος αυτής την οντότητας έχει να κάνει με τη διαχείριση των ροών πολυμεσικών δεδομένων (RTP streams for network-based services). Οι λειτουργίες διαχείρισης, που γίνονται κάτω από τον άμεσο έλεγχο των AS, αφορούν συναρτήσεις audio recording and playback, conferencing, αναγνώριση φωνής κ.α. Η MRF αποτελείται από:
 - ο Έναν **MRFC (Media Resource Function Controller):** κόμβος ελέγχου σημάτων

- ο Έναν **MRFP** (Media Resource Function Processor): κόμβος ελέγχου μέσω των οποίων εφαρμόζονται οι σχετικές με τα μέσα υπηρεσίες.

Τέλος σημαντικό ρόλο σε αυτή την αρχιτεκτονική υπηρεσιών παίζει και ο **S-CSCF**.

A.9. Υπηρεσίες με Βάση τη Θέση (Location Based Services)

Οι Υπηρεσίες με Βάση τη Θέση, (Location Based Services) αναφέρονται στην παροχή υπηρεσιών που σχετίζονται με τη γεωγραφική θέση ενός χρήστη. Όπως αναφέρει ο ορισμός:

"LBS are information services accessible with devices through the mobile network and utilizing the ability to make use of the location of the mobile device (Virrantaus 2001)"

Σύμφωνα με το παραπάνω, οι Location Based Services αποτελούν διατομή τριών τεχνολογιών: των *Τεχνολογιών Νέων Πληροφοριών και Τηλεπικοινωνιών (New Information and Communication Technologies, NICTS)* όπως είναι οι *Κινητές Τηλεπικοινωνίες, του Internet* και των *Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας (Geographic Information Systems ,GIS)*.

Ο συνδυασμός της VoIP επικοινωνίας που εκφράζεται μέσα από ένα δίκτυο IMS και των Location Based Services μπορεί να προσφέρει στο χρήστη καλύτερες εξατομικευμένες υπηρεσίες και εφαρμογές, ώστε να ικανοποιήσει τις ανάγκες και τις επιθυμίες του με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

A.9.1. Στοιχεία των Υπηρεσιών με Βάση τη Θέση (LBS)

Τα βασικά συστατικά στοιχεία μιας LBS είναι:

- **Οι (κινητές) συσκευές ((Mobile) Devices):** Πρόκειται για το μέσο με το οποίο ο χρήστης έχει πρόσβαση στην υπηρεσία και ζητά τις απαραίτητες πληροφορίες. Τέτοιες συσκευές μπορεί να είναι τα κινητά τηλέφωνα ή τα laptops.

- **Δίκτυο Τηλεπικοινωνιών (Communication Network):** Πρόκειται για το μέσο, το οποίο μεταφέρει τα δεδομένα από τον χρήστη-τερματικό στον πάροχο της υπηρεσίας, και από τον πάροχο της υπηρεσίας, τα επεξεργασμένα-ζητούμενα δεδομένα, πίσω στο τερματικό-χρήστη.
- **Στοιχείο Θέσης (Positioning Component):** Το στοιχείο θέσης αναφέρεται στον προσδιορισμό της γεωγραφικής θέσης του χρήστη. Η θέση αυτή μπορεί να προσδιοριστεί μέσω πολλών μεθόδων-τεχνικών όπως το GPS (Global Positioning System) και το κινητό τηλεπικοινωνιακό δίκτυο ενώ σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν παράλληλα και οι WLAN stations, active badges ή radio beacons.
- **Πάροχος Υπηρεσίας και Εφαρμογής (Service and Application Provider):** Ο πάροχος της υπηρεσίας προσφέρει έναν αριθμό από διαφορετικές υπηρεσίες στο χρήστη και είναι υπεύθυνος για την επεξεργασία των αιτημάτων που παίρνει από αυτόν.
- **Πάροχος δεδομένων και περιεχομένου (Data and Content Provider):** Πρόκειται για τους παρόχους από τους οποίους ζητούνται οι πληροφορίες και τα δεδομένα της γεωγραφικής θέσης καθώς οι πάροχοι υπηρεσιών συνήθως δεν αποθηκεύουν και δεν διαχειρίζονται όλες τις πληροφορίες που ζητούνται από τους χρήστες.

Τα συστήματα και οι τεχνολογίες γεωγραφικού εντοπισμού του χρήστη παίζουν πρωταρχικό και καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των Location Based Services. Οι κυριότερες ιδιότητες αυτών των συστημάτων είναι:

- **Φυσική Θέση και Συμβολική Τοποθεσία:** Η Φυσική Θέση εκφράζεται με το γεωγραφικό μήκος, πλάτος, ύψος ή τις συντεταγμένες ενώ η Συμβολική Τοποθεσία δίνει συνοπτικές πληροφορίες για το πού βρίσκεται κάτι σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς.

- **Απόλυτη και Σχετική Τοποθεσία:** Η Απόλυτη Τοποθεσία εκφράζεται με συγκεκριμένες διαστάσεις ή συντεταγμένες και αναφέρεται πάντα στο ίδιο σημείο, ανεξάρτητα από τη θέση που βρίσκεται ο παρατηρητής. Η Σχετική Τοποθεσία από την άλλη πλευρά, εξαρτάται από το σημείο στο οποίο βρίσκεται ο παρατηρητής/σύστημα εντοπισμού και μπορεί να μεταβάλλεται όταν μεταβάλλεται και το σημείο από όπου γίνεται η παρατήρηση.
- **Περιορισμένος Υπολογισμός της Τοποθεσίας:** Πρόκειται για την ιδιότητα ορισμένων συστημάτων εντοπισμού να εντοπίζουν τον χρήστη αφού πρώτα ο ίδιος κοινοποιεί την πραγματική του θέση (μέσω εκπομπής περιοδικών σημάτων).
- **Ορθότητα και Ακρίβεια:** Η ιδιότητα της ορθότητας των συστημάτων εντοπισμού αναφέρεται στο εύρος μέσα στο οποίο το σύστημα έχει την ικανότητα να εντοπίσει ενώ η ακρίβεια αναφέρεται στο ποσοστό επιτυχίας του εντοπισμού. Οι δύο έννοιες είναι συνήθως αντικρουόμενες, καθώς η βελτίωση της ακρίβειας συνεπάγεται μείωση της ορθότητας.
- **Κλιμάκωση:** Η ιδιότητα της κλιμάκωσης ενός συστήματος εντοπισμού αναφέρεται τόσο στο εύρος της περιοχής που καλύπτει ανά μονάδα υποδομής που χρησιμοποιείται για την κάλυψη της περιοχής αυτής όσο και στον αριθμό των ατόμων/αντικειμένων που μπορεί να εντοπίσει ανά μονάδα υποδομής σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.
- **Αναγνώριση:** Η ιδιότητα αυτή καλύπτει τις περιπτώσεις συγκεκριμένων ενεργειών που βασίζονται στην τοποθεσία και απαιτούν αναγνώριση/ταξινόμηση των ατόμων/αντικειμένων που εντοπίζονται.
- **Κόστος:** Το κόστος των συστημάτων εντοπισμού αποτελείται από το κόστος του χρόνου, το κόστος του χώρου καθώς και το οικονομικό κόστος. Το κόστος του χρόνου περιλαμβάνει παράγοντες όπως τη διαδικασία τοποθέτησης και τις ανάγκες υποστήριξης του συστήματος. Το κόστος του χώρου περιλαμβάνει τον όγκο της υποδομής που απαιτεί το σύστημα και το

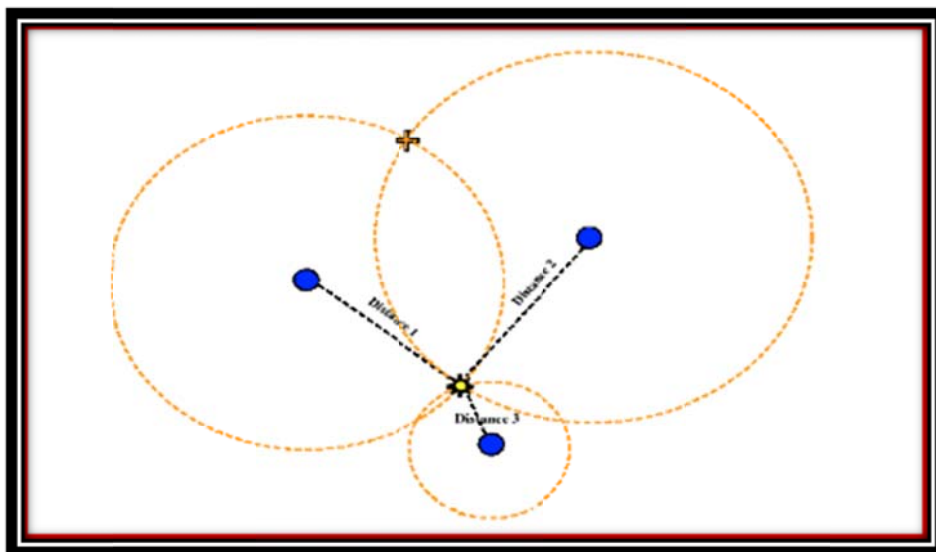
μέγεθος του απαιτούμενου υλικού. Τέλος, το οικονομικό κόστος περιλαμβάνει παράγοντες όπως η τιμή ανά κινητή μονάδα, στοιχεία της υποδομής, προσωπικό κ.ά.

- **Περιορισμοί:** Οι περιορισμοί αναφέρονται σε χαρακτηριστικά της τεχνολογίας στην οποία έχει στηριχθεί κάποια μέθοδος εντοπισμού. (π.χ το GPS αντιμετωπίζει δυσκολία στον εντοπισμό του ζητούμενου σημείου στον εσωτερικό χώρο λόγω της χαμηλής ισχύος των σημάτων που αδυνατούν να περάσουν τα υλικά από τα οποία αποτελούνται τα κτίρια).

A.9.2. Τεχνικές Συστημάτων Εντοπισμού

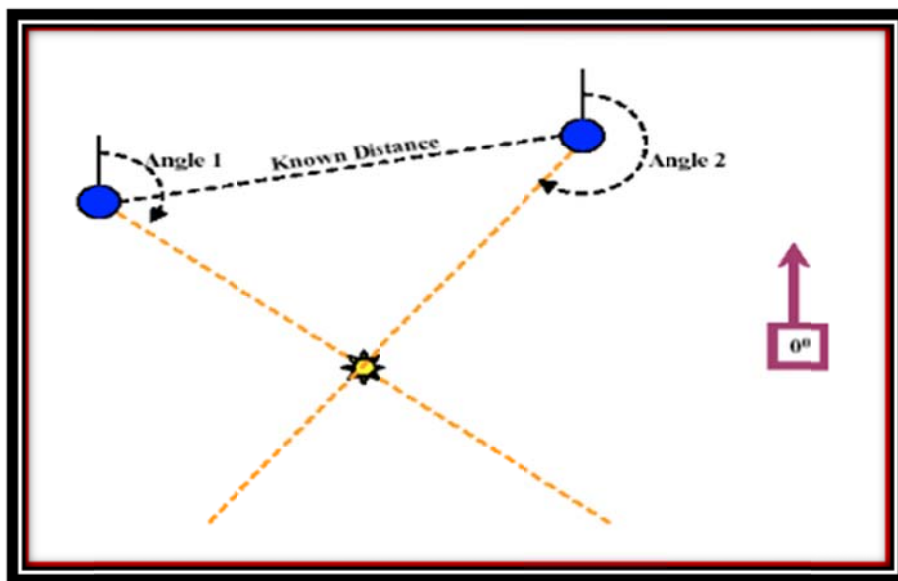
Με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά των μεθόδων εντοπισμού ενός χρήστη, οι τεχνικές των Συστημάτων Εντοπισμού είναι:

- **Τριγωνισμός (Triangulation):** Σύμφωνα με αυτή την τεχνική, η θέση του αντικειμένου καθορίζεται με χρήση των ιδιοτήτων των τριγώνων και συγκεκριμένα με:
 - ο **Μέτρηση των πλευρών (Lateration):** Η μέτρηση πλευρών αναφέρεται στη χρησιμοποίηση διαφόρων σημείων αναφοράς και στις μετρήσεις για την απόσταση από αυτά τα σημεία.



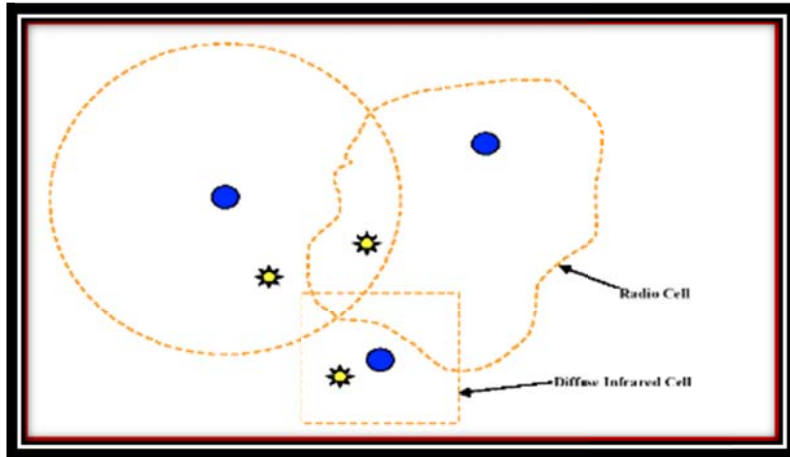
Εικόνα A.5. Μέτρηση πλευρών (Lateration)

- ο **Μέτρηση Γωνιών (Angulation)** : Η μέτρηση γωνιών έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με την προηγούμενη μέθοδο με τη διαφορά ότι οι μετρήσεις αναφέρονται στις γωνίες που σχηματίζονται με τα σημεία αναφοράς, με την απόσταση μεταξύ τους να θεωρείται γενικά γνωστή.



Εικόνα Α.6. Μέτρηση γωνιών (Angulation)

- **Μέθοδος Εγγύτητας (Proximity)**: Η μέθοδος εγγύτητας αναφέρεται στον υπολογισμό της απόστασης ενός αντικειμένου, όταν το τελευταίο βρίσκεται «κοντά» σε ένα σημείο αναφοράς. Η τεχνική αυτή πραγματοποιείται είτε μέσω της αναγνώρισης της φυσικής παρουσίας (π.χ μέσω αισθητήρων επαφής), είτε μέσω κάποιων αυτόματων συστημάτων αναγνώρισης (ID-systems), είτε με την παρακολούθηση κάποιων σημείων πρόσβασης σε ένα ασύρματο δίκτυο.



Εικόνα Α.7. Μέθοδος της Εγγύτητας

- Ανάλυση της περιοχής (Area analysis):** Η μέθοδος της ανάλυσης μιας περιοχής χρησιμοποιεί τα χαρακτηριστικά της περιοχής ώστε να εξάγει συμπεράσματα για την τοποθεσία του ζητούμενου αντικειμένου. Στη *στατική ανάλυση* παρατηρούνται χαρακτηριστικά τα οποία αναζητούνται σε ένα σύνολο δεδομένων τα οποία είναι αντιστοιχισμένα σε κάποια τοποθεσία και στη *διαφορική ανάλυση* παρακολουθούνται διαφορές μεταξύ διαδοχικών περιοχών ώστε να εκτιμηθεί η ζητούμενη τοποθεσία.

A.10. INSTANT MESSAGING (IM)

Το Instant Messaging (IM) ορίζεται ως μια μορφή άμεσης, βασισμένης σε κείμενο, αμφίδρομης επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο. Αποτελεί βασικό συστατικό στοιχείο της κοινωνικής δικτύωσης καθώς προσφέρει τη δυνατότητα της απευθείας επικοινωνίας με ένα ή περισσότερα άτομα ταυτόχρονα, με πολύ χαμηλό κόστος και με πολύ απλό τρόπο.

A.10.1. Πρωτόκολλα Instant Messaging

Πρωτόκολλα παροχής Instant Messaging είναι:

- **IRC (Internet Relay Chat):** Πρόκειται για ένα ανοικτό πρωτόκολλο για επικοινωνία πραγματικού χρόνου μέσω μηνυμάτων. Ένα δίκτυο IRC αποτελείται από έναν ή περισσότερους IRC servers συνδεδεμένους μεταξύ τους. Οι χρήστες, συνδέονται σε έναν από τους servers του δικτύου και αποκτούν τη δυνατότητα να συμμετέχουν στα υπάρχοντα κανάλια συζήτησης του συγκεκριμένου δικτύου, να δημιουργήσουν τα δικά τους κανάλια ή και να μιλήσουν απευθείας με συγκεκριμένο χρήστη στο δίκτυο. Όσον αφορά στην ασφάλεια, το πρωτόκολλο δίνει τη δυνατότητα κρυπτογράφησης της σύνδεσης ανάμεσα σε client και server, με TLS. Η υποστήριξη κρυπτογράφησης γίνεται κατά κανόνα σε διαφορετική πόρτα του server. Χρησιμοποιείται κυρίως για ομαδικές συζητήσεις χωρίς όμως ο χρήστης να έχει τη δυνατότητα να προσθέσει μεμονωμένα άτομα ως επαφές.
- **Skype:** Το Skype αποτελεί ένα πρωτόκολλο για άμεση επικοινωνία μέσω Internet και βασίζεται στην αρχιτεκτονική peer to peer. Σύμφωνα με αυτή, κάθε υπολογιστής (κόμβος) που συνδέεται στο δίκτυο μπορεί να επικοινωνήσει άμεσα, χωρίς τη διαμεσολάβηση ενός κεντρικού διακομιστή, με άλλους υπολογιστές του δικτύου. Το δίκτυο περιλαμβάνει έναν διακομιστή με λειτουργίες ελέγχου ταυτότητας πρόσβασης, έναν πιο κεντρικό server που λειτουργεί ως μια υπηρεσία καταλόγου αποκεντρωμένη και κατανεμημένη στα μέλη του δικτύου, τους κόμβους και τους supernodes. Οι τελευταίοι είναι κόμβοι που χρησιμοποιούνται για να κατευθύνουν την κυκλοφορία (συγκέντρωση μέρους δρομολόγησης). Το Skype λειτουργεί πάνω από το TCP/IP και παρέχει μεθόδους κρυπτογράφησης (πχ AES για κρυπτογράφηση φωνής).
- **SIMPLE:** Πρόκειται για το πρωτόκολλο παροχής άμεσων μηνυμάτων και πληροφοριών κατάστασης το οποίο

βασίζεται στο πρωτόκολλο SIP και αποτελεί εξέλιξη του.

Όσον αφορά στην παροχή άμεσων μηνυμάτων, το πρωτόκολλο περιλαμβάνει τις λειτουργίες *Σελίδας (Page Mode)* και *Συνεδρίας (Session Mode)*. Κατά την πρώτη λειτουργία χρησιμοποιεί την μέθοδο MESSAGE του SIP πρωτοκόλλου χωρίς να εγκαθιστά συνεδρίες. Κατά την δεύτερη λειτουργία, χρησιμοποιείται το Message Session Relay Protocol (MSRP), το οποίο εγκαθίσταται ύστερα από την ανταλλαγή συγκεκριμένων πληροφοριών μεταξύ των μερών επικοινωνίας όπως το MSRP URI μέσω SIP, SDP σηματοδότησης. Το MSRP διαχειρίζεται την οποτεδήποτε ανταλλαγή αυθαίρετου μεγέθους πληροφοριών μεταξύ των εμπλεκόμενων χρηστών.

Όσον αφορά στις πληροφορίες κατάστασης, το πρωτόκολλο χρησιμοποιεί τις προεκτάσεις SIP, SUBSCRIBE, NOTIFY και PUBLISH. Η πρώτη επιτρέπει στον χρήστη να εγγραφεί σε έναν server ή σε ένα γεγονός ενώ η δεύτερη προέκταση αποτελεί την απάντηση του server σε οποιοδήποτε εισερχόμενο γεγονός. Η μέθοδος PUBLISH δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να πληροφορούν τον server κατάστασης (presence server) για την κατάσταση εγγραφής τους.

Δύο είναι τα βασικότερα μοντέλα υλοποίησης των παραπάνω λειτουργιών κατάστασης, το *end-to-end model* το οποίο επιτρέπει στον χρήστη να διαχειρίζεται τις πληροφορίες κατάστασής του και το *centralized model* το οποίο εισάγει την έννοια του server κατάστασης (presence server). Η πολιτική ιδιωτικότητας στο centralized model αναφέρεται στη χρησιμοποίηση ενός XCAP server, στον οποίο οι χρήστες επικοινωνούν κανόνες σχετικά με την δυνατότητα ορατότητας της κατάστασης τους ή την πρόσβαση σε συγκεκριμένα δεδομένα, οι πληροφορίες των οποίων εκτίθενται από τον presence server.

Οι πληροφορίες κατάστασης έχουν την μορφή XML και μεταφέρονται στο κύριο σώμα των SIP μηνυμάτων.

Τέλος, είναι απαραίτητο να αναφερθεί το πρωτόκολλο ασφαλούς κρυπτογραφημένης επικοινωνίας **OTR (Off The Record)**. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ένα από τα παραπάνω πρωτόκολλα άμεσης επικοινωνίας και προσφέρει *Εμπιστευτικότητα* (κρυπτογράφηση/αποκρυπτογράφηση και από τις δύο πλευρές επικοινωνίας), *Πιστοποίηση* (με χρήση δημόσιων κλειδιών), *Perfect Forward Secrecy* (κρυπτογράφηση με προσωρινά κλειδιά που προκύπτουν από έναν αλγόριθμο ανταλλαγής κλειδιών) και *Αμφισβητήσιμη Πιστοποίηση (deniable authentication)* (δεν υπάρχουν ψηφιακές υπογραφές στα μηνύματα).

Το κύριο όμως πρωτόκολλο για παροχή Instant Messaging λειτουργιών μέσω Internet και το οποίο υποστηρίζεται από πολλούς διαφορετικούς μεταξύ τους clients, είναι το XMPP (Jabber).

A.11. XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol)

A.11.1 .Χαρακτηριστικά XMPP

Το XMPP αποτελεί ένα ανοικτό, εύκαμπτο και επεκτατό πρωτόκολλο XML δομής για παροχή άμεσων μηνυμάτων και πληροφοριών κατάστασης μέσω Internet. Περιγράφεται μέσω των RFC2778 και RFC2779.

Η ιδιότητα του ανοικτού πρωτοκόλλου έχει βοηθήσει στην υιοθέτηση του από πλήθος προγραμμάτων λογισμικού τα οποία καλύπτουν διαφορετικά περιβάλλοντα και χρήστες. Το γεγονός αυτό έχει σημαντική επίδραση τόσο στην ανάπτυξη του σχεδιασμού του όσο και στην αύξηση των εφαρμογών και των βιβλιοθηκών που χρησιμοποιούν τους XMPP servers δίνοντας με τον τρόπο αυτό τη δυνατότητα σε χρήστες διαφορετικών δικτύων και εφαρμογών να έρχονται σε επικοινωνία μεταξύ τους.

Ταυτόχρονα η XML δομή για μεταφορά δεδομένων μέσω TCP/IP δίνει στο πρωτόκολλο την ιδιότητα της εύκολης χρήσης και κατανόησης. Κι αυτό διότι η χρήση των ήδη υπάρχοντων

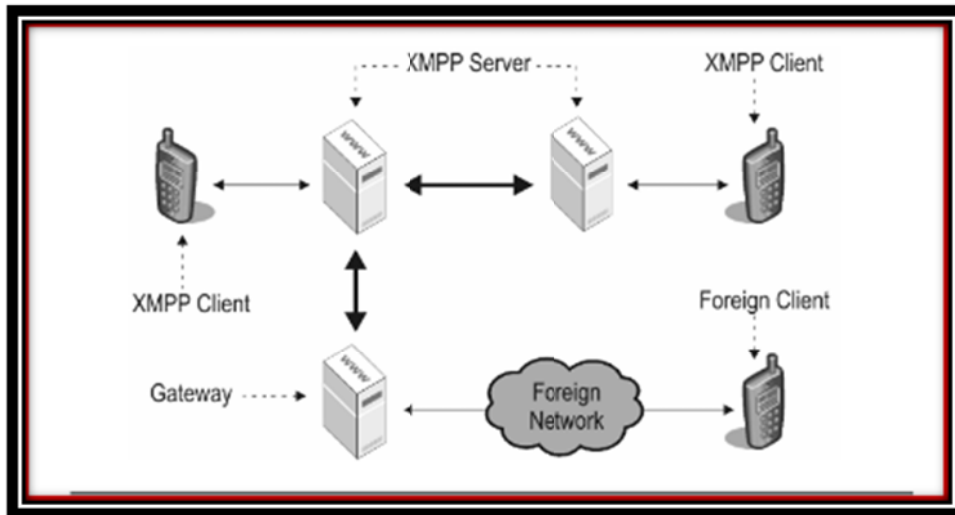
εργαλείων που αφορούν στη δημιουργία, στην ανάγνωση, στην τροποποίηση και στην επικύρωση μιας XML δομής χωρίς ιδιαίτερες παραλλαγές δεν επιζητά ειδικό επίπεδο γνώσεων ή εκμάθηση μιας ειδικής δομής για τη μεταφορά των δεδομένων.

Η XML δομή βοηθά επίσης και στην ενσωμάτωση του πρωτοκόλλου στα υπάρχοντα περιβάλλοντα διευκολύνοντας έτσι την μεταφορά των δεδομένων από και προς τα XMPP δίκτυα.

Τέλος, η επεκτάσιμη δομή του πρωτοκόλλου προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στην περαιτέρω ανάπτυξη και συνέχισή του. Με την έκδοση προσθηκών (XMPP Enhancement Proposals (XEPs)) από την Jabber Software Foundation (JSF) παρέχονται νέες δυνατότητες και επεκτάσεις που οφελούν τους χρήστες και αφορούν στη λειτουργικότητά του, στα συστήματα ασφαλείας, στην εμπειρία του χρήστη και γενικότερα στην τηλεφωνία μέσω Internet (VoIP).

A.11.2 .Δίκτυο XMPP

Ένα XMPP δίκτυο αποτελείται τόσο από τους XMPP clients όσο και από τους XMPP servers. Το δίκτυο μπορεί να είναι είτε δημόσιο, διαθέσιμο στο Internet μέσα από την σύνδεση με δημόσιους XMPP servers είτε να περικλείεται στα όρια μιας εταιρείας ή μιας οικίας και να είναι ιδιωτικό. Κάθε XMPP δίκτυο μπορεί να εγγυηθεί ένα επίπεδο ασφάλειας, την ποιότητα στην επικοινωνία και την ικανότητα στη διαχείριση των πληροφοριών.



Εικόνα Α.8. XMPP Core Architecture

Η διευθυνσιοδότηση είναι παρόμοια με αυτήν των e-mails. Περιλαμβάνει έναν κόμβο (node), ένα domain (αντιπροσωπεύει την gateway ή τον κύριο server όπου θα συνδεθεί ο node) και μια πηγή(resource) και έχει την μορφή: *node@domain/resource*. Κάθε XMPP domain βρίσκεται κάτω από τον έλεγχο του ιδιοκτήτη του domain και ο XMPP server είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία, την τροποποίηση και τη διαγραφή των λογαριασμών των χρηστών.

Κάθε χρήστης συνδέεται με τον server ο οποίος ελέγχει το XMPP domain στο οποίο έχει λογαριασμό. Ο server είναι υπεύθυνος για την πιστοποίηση (μέσω του πρωτοκόλλου SASL), την μεταφορά του μηνύματος (πρωτόκολλο TLS για ασφαλή κανάλια μεταφοράς) και τις πληροφορίες κατάστασης, τις οποίες κάνει διαθέσιμες σε όλους τους χρήστες που ανήκουν στο ίδιο domain. Εάν ο χρήστης επιθυμεί να στείλει ένα άμεσο μήνυμα σε έναν άλλο χρήστη που δεν βρίσκεται στο ίδιο με αυτόν domain, ο server επικοινωνεί και προωθεί το μήνυμα σε έναν εξωτερικό server ο οποίος διαχειρίζεται το «εξωτερικό» domain. Ο τελευταίος αναλαμβάνει τελικά τον έλεγχο μεταφοράς του μηνύματος στον παραλήπτη που βρίσκεται στα όρια του δικού του domain διαχείρισης.

Τέλος, όσον αφορά στη δομή των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται μεταξύ δύο οντοτήτων, κύριο ρόλο παίζει αρχικά η ροή XML (XML stream) η οποία οριοθετείται με τα tags `<stream>`, `</stream>` και αποτελεί ουσιαστικά τον

φορέα της ανταλλαγής των στοιχείων XML μεταξύ των δύο οντοτήτων.

```
<stream>
<presence>
<show/>
</presence>
<message to='foo'>
<body/>
</message>
<iq to='bar'>
<query/>
</iq>
</stream>
```

Εικόνα A.9. XMPP general structure message

Στη συνέχεια κύριο λόγο παίζει μια διακριτή ενότητα που περιέχει τις πληροφορίες και ονομάζεται XML stanza. Η τελευταία έχει ως παιδιά-ενότητες τα <subject> και <body> και αποτελείται από απλά μηνύματα τύπου chat, error, group chat, headline, normal. Η ενότητα αυτή μπορεί να έχει πληροφορίες που αφορούν στην κατάσταση του χρήστη που δηλώνεται με το tag <presence> και με παιδιά-ενότητες τα <show>, <status>, <priority> ή να εκφράζει έναν μηχανισμό ερωτοαποκρίσεων με το tag <iq> και τύπους τα get, set, result, error.

Η δομή ενός τυπικού μηνύματος είναι:

```
<message
  to='B@server.com'
  from='A@client.com'
  type='chat'
  xml:lang='en'>
  <subject>Hello user B!</subject>
  <subject xml:lang='fi'>Moi käyttäjä B!</subject>
  <body>Can you send me your picture?</body>
  <body xml:lang='fi'>Lähetä minulle kuvasi?</body>
  <thread>thread-xx-yy</thread>
</message>
```

A.10. XMPP message

A.11.3. XMPP vs SIMPLE

Το XMPP όσο και το SIMPLE αποτελούν σήμερα τις πλέον διαδεδομένες τεχνολογίες παροχής πραγματικού-χρόνου επικοινωνίας μέσω Internet.

Πέρα από τις ομοιότητες στο σκοπό που προσπαθούν να επιτύχουν, τα δύο παραπάνω πρωτόκολλα παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές.

Σε ό,τι αφορά στο SIMPLE, είναι βασιμμένο στο SIP και κύριος στόχος του αποτελεί η εγκαθίδρυση, η τροποποίηση και ο τερματισμός πολυμεσικών συνεδριών. Αποτελεί βασιμμένο σε κείμενο πρωτόκολλο (text-based protocol), τρέχει πάνω από TCP και UDP και τα μηνύματα σηματοδότησης περιλαμβάνουν την SIP επικεφαλίδα και το κυρίως σώμα.

Στη γενική περίπτωση, αποτελεί ένα πιο «ώριμο» και εμπλουτισμένο πρωτόκολλο όταν χρησιμοποιείται για λειτουργίες VoIP, γεγονός που μεταφράζεται σε περισσότερη πολυπλοκότητα στη διαχείριση των επιλογών κλήσης από τους χρήστες. Κάποια στοιχεία αυτής της πολυπλοκότητας προέρχονται από την UDP υποστήριξη και κάποια άλλα από το γεγονός ότι υπάρχει περισσότερη υποστήριξη και αναπτυγμένα πρότυπα για τη λειτουργία του.

Τέλος, ως απόρροια των παραπάνω απαιτεί περισσότερο εύρος ζώνης (bandwidth).

Από την άλλη πλευρά, το XMPP έχει ως κύριο στόχο τη μεταφορά μέσω ενός συνασπισμένου δικτύου στο οποίο συνδέονται οντότητες, ικανές για επικοινωνία μεταξύ τους και μέσω των δικών τους έμπιστων εξυπηρετητών τους. Αποτελεί ένα XML-based πρωτόκολλο, τρέχει πάνω από TCP μόνο και η αρχιτεκτονική του είναι βασιμμένη στο μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή. Οι χρήστες δεν επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους και η αποστολή των ερωτοαποκρίσεων και των μηνυμάτων λάθους γίνεται σε XML δομή μέσω μιας streaming σύνδεσης.

Στη γενική περίπτωση, το XMPP είναι η καλύτερη επιλογή για την παροχή άμεσων μηνυμάτων και πληροφοριών κατάστασης, καθώς το λογισμικό του έχει αναπτυχθεί ευρέως μέσω του Internet και υπάρχουν πολλές εφαρμογές που το υποστηρίζουν.

Καταλήγοντας, το γεγονός πως καθένα από τα δύο πρωτόκολλα προσφέρει αρκετά θετικά χαρακτηριστικά στον τομέα της κυρίας δράσης του, έχει οδηγήσει στο συμπέρασμα πως το SIMPLE και το XMPP δεν πρέπει να λογίζονται ως αντίπαλοι αλλά ως συνοδοιπόροι προς την ίδια κατεύθυνση.

Το λογικό επόμενο βήμα είναι η ενσωμάτωσή τους σε μια ενιαία λύση. Κι αυτό διότι τελικά δεν είναι SIP VS XMPP αλλά SIP PLUS XMPP.



Εικόνα A.11. IMS, Asterisk, Openfire, SIP, XMPP



B.Υλοποίηση

B.1. Εισαγωγή

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η ανάπτυξη ενός IMS application server για την παροχή υπηρεσιών με επίγνωση της θέσης του χρήστη. Συγκεκριμένα, μέσω της διενέργειας μιας κλήσης από τον πελάτη, εντοπίζεται η γεωγραφική του θέση και αποστέλλεται από το δίκτυο ένα άμεσο μήνυμα στο τερματικό του, σχετικά με τις υπηρεσίες που προσφέρονται στην περιοχή εντόπισμού του.

Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Τηλεπικοινωνιών (telecom.ntua.gr), στον δεύτερο όροφο της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Η δομή του συστήματος είναι τέτοια, ώστε να είναι εύκολη η λειτουργία του και από άλλο σημείο. Ο προσδιορισμός όμως της γεωγραφικής περιοχής του χρήστη, γίνεται στα όρια του δεύτερου ορόφου της σχολής των Ηλεκτρολόγων, συνεπώς η όλη λειτουργία καθορίζεται και εκτελείται στα πλαίσια του συγκεκριμένου αυτού χώρου.

Για την επίτευξη του παραπάνω εγχειρήματος, απαιτούνται:

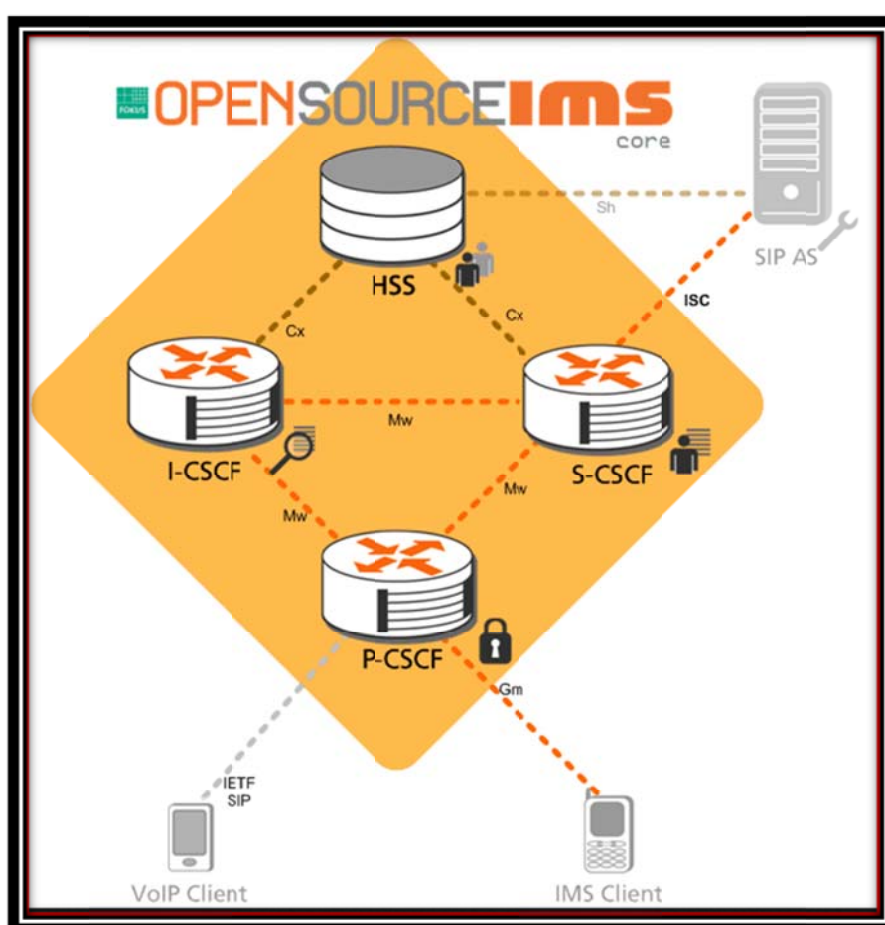
- Ένα **σύστημα υλοποίησης IMS**, μέσω του οποίου ο χρήστης αποκτά λογαριασμό και δυνατότητα χρησιμοποίησης πολυμεσικών εφαρμογών μέσω του διαδικτύου, ανεξαρτήτως του τερματικού που χρησιμοποιεί.
Χρησιμοποιείται το **OpenIMSCore**, το οποίο αποτελεί μια εφαρμογή ανοικτού κώδικα που υποστηρίζει την παραπάνω αρχιτεκτονική.
- Ένα σύστημα **παροχής τηλεφωνίας μέσω Internet**, ώστε ο χρήστης να αποκτήσει τη δυνατότητα πραγματοποίησης κλήσεων.
Χρησιμοποιείται το λογισμικό του **Asterisk**, που ουσιαστικά δρα ως τηλεφωνικό κέντρο με παροχή των λειτουργιών κλήσεων στο διαδίκτυο.
- Ένα σύστημα παροχής **άμεσων μηνυμάτων**, ώστε να μπορεί να αποσταλεί από το δίκτυο άμεσο μήνυμα στο τερματικό του χρήστη σχετικά με τις διαθέσιμες υπηρεσίες στην περιοχή που βρίσκεται.
Χρησιμοποιείται το **OpenFire**, το οποίο αποτελεί έναν real time collaboration (RTC) server παροχής άμεσων μηνυμάτων.
- Ένας μηχανισμός-**εφαρμογή πρόσβασης** του χρήστη στις παραπάνω υπηρεσίες και συστήματα (user client). Υπάρχουν πολλές διαθέσιμες εφαρμογές, κατάλληλες για το καθένα από τα παραπάνω συστήματα ξεχωριστά, αλλά και για το συνδυασμό τους.

Σημαντική αποτελεί επίσης και η διαδικασία γεωγραφικού εντοπισμού του χρήστη, η οποία πραγματοποιείται μέσω των access points στα οποία συνδέεται για την πραγματοποίηση μιας κλήσης, εντός του δεύτερου ορόφου της σχολής των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών.

B.2. OpenIMSCore

Το OpenIMSCore είναι μια εφαρμογή ανοικτού κώδικα των Call Session Control Functions (CSCFs) και της Home Subscriber Server (HSS) που αποτελούν κύρια στοιχεία μιας IMS αρχιτεκτονικής σύμφωνα με τα πρότυπα 3GPP, 3GPP2, ETSI TISPAN.

Η γενική δομή έχει ως εξής:



Εικόνα Β.1. OpenIMSCore elements

B.2.1. Οντότητες OpenIMSCore

Οι οντότητες που αποτελούν τις CSCFs είναι:

- **PCSCF (Proxy CSCF):** Είναι ο εξωτερικός πληρεξούσιος server για τους χρήστες, το σημείο εισόδου στο δίκτυο IMS. Είναι υπεύθυνος τόσο για την διατήρηση του τοπικού καταχωρητή σύνδεσης στο σύστημα (local registrar) όσο και για το τείχος προστασίας, προσθέτει σημαντικές πληροφορίες στα μηνύματα που ανταλλάσσει το δίκτυο με τους χρήστες και αποτελεί τη γέφυρα μεταξύ του επισκεπτόμενου και το οικείου δικτύου του χρήστη.
- **ICSCF (Interrogating CSCF):** Αποτελεί τον server εισόδου στο οικείο δίκτυο του χρήστη, αρχικοποιεί και τερματίζει μέρη επικοινωνίας με τον S-CSCF και προωθεί μηνύματα στο δίκτυο.
- **SCSCF (Serving CSCF):** Αποτελεί τον καταχωρητή σύνδεσης για τους χρήστες, επιτελεί μεθόδους ταυτοποίησης και παρέχει πληροφορίες κατάστασης στους συνδρομητές. Επιπλέον παράγει/ορίζει κριτήρια για σύνδεση με servers εφαρμογών (AS) με σκοπό την επεξεργασία υπηρεσιών.

Οι οντότητες των CSCF εφαρμόζονται ως μονάδες SIP Express Router (SER) ώστε να εξασφαλίσουν υψηλή απόδοση, βαθμό μεταφερότητας και εύκολη ρύθμιση των SIP Servers αφού είναι γραμμένα σε γλώσσα C. Μπορούν να διαχειριστούν πολύ υψηλό αριθμό κλήσεων (της τάξης των χιλιάδων το δευτερόλεπτο), έχουν μικρό μέγεθος κώδικα (της τάξης των 600k) και η ευελιξία τους μπορεί να επεκταθεί μέσω των ανοικτών σε ρύθμιση χαρακτηριστικών τους.

Όσον αφορά στην **HSS**, δρα ως τη βάση δεδομένων του συστήματος και αποθηκεύει τις πληροφορίες των χρηστών, την κατάστασή τους και τις πληροφορίες τοποθεσίας τους. Είναι βασισμένη σε λογισμικό ανοικτού κώδικα (MySQL) και διαθέτει διεπαφή διαχείρισης της στο διαδίκτυο (web-based management interface).

B.2.2. Επικοινωνία μεταξύ οντοτήτων OpenIMSCore

Η επικοινωνία μεταξύ των οντοτήτων του OpenIMSCore γίνεται μέσω των διεπαφών **Cx**, **Mw** και **Sh** (η τελευταία διεπαφή αφορά στη σύνδεση με τον Application Server). Οι διεπαφές αυτές, αποτελούν επεκτάσεις του *Diameter protocol*, το οποίο παρέχει στις εφαρμογές ένα πλαίσιο για λειτουργίες Ταυτοποίησης, Αδειοδότησης και Λογαριασμού (Authentication, Authorization, Accounting) και δρα πάνω από τα επίπεδα TCP/STCP και IP. Είναι υπεύθυνο για την μεταφορά των AVPs (Attribute-Value Pairs), τον διακανονισμό των δυνατοτήτων των μερών επικοινωνίας, τις λειτουργίες λογαριασμών των χρηστών και την επεκτασιμότητα μέσω νέων εντολών επικοινωνίας.

Συγκεκριμένα:

- Η **Mw διεπαφή** λειτουργεί μεταξύ των οντοτήτων CSCF και επιτρέπει την επικοινωνία όπως και την προώθηση όλων των μηνυμάτων σηματοδοσίας μεταξύ τους.
- Η **Cx διεπαφή** λειτουργεί μεταξύ των *I-CSCF* και *HSS* και μεταξύ των *S-CSCF* και *HSS*. (Η *HSS* εφαρμόζει την *Cx* διεπαφή από την πλευρά του Diameter Multimedia server και οι *I-CSCF*, *S-CSCF* από την πλευρά του Diameter Multimedia Client). Η *Cx* επιτρέπει τις διαδικασίες διαχείρισης τοποθεσίας, τις διαδικασίες χειρισμού των δεδομένων των χρηστών και τις διαδικασίες ταυτοποίησης.
- Η **Sh διεπαφή** λειτουργεί μεταξύ ενός *AS* και του *HSS* και επιτρέπει την αποθήκευση και ανανέωση διαφανών και μη, δεδομένων των χρηστών. Επίσης ζητά και στέλνει ειδοποιήσεις σχετικές με αλλαγές στα δεδομένα των χρηστών.

Επιπλέον υπάρχουν οι **ISC** στην επικοινωνία του *S-CSCF* με τον *AS* και **Gm** στην επικοινωνία του *P-CSCF* με τον *χρήστη*. Η πρώτη ειδοποιεί τον *AS* για την συνδεδεμένη δημόσια ταυτότητα του *χρήστη*, την κατάσταση σύνδεσης και τις δυνατότητες του *χρήστη*. Επιπλέον παρέχει στον *AS* τις πληροφορίες εκείνες ώστε να επιτρέψει την εκτέλεση υπηρεσιών και μεταφέρει διευθύνσεις για λειτουργίες χρεώσεων. Η δεύτερη διεπαφή, *Gm*, χρησιμοποιείται για την

ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ της συσκευής του χρήστη και του P-CSCF.

Η εγκατάσταση του παραπάνω συστήματος έγινε στο μηχάνημα του εργαστηρίου Τηλεπικοινωνιών με διεύθυνση IP 147.102.7.51 (ims.telecom.ntua.gr). Είναι όμως σημαντικό να αναφερθεί πως οι CSCFs όπως και η HSS βρίσκονται στη ζώνη του telecom.ntua.gr και telecom.ece.ntua.gr.

Κάθε νέος χρήστης στο σύστημα, είναι απαραίτητο να αποκτήσει έναν λογαριασμό. Για το σκοπό αυτό εκτελείται το **add-imscore-user_newdb.sh** script με τα στοιχεία του χρήστη { `-u <username> [-t <tel:+>] [-r ims.telecom.ntua.gr -p <password>] [-a] }` και δημιουργείται ένα αρχείο, το `add-user-username.sql` το οποίο προστίθεται στη βάση δεδομένων με την εντολή `mysql -p -u root hss_db<add-user-username.sql`

Αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι ο χρήστης να αποκτήσει μια δημόσια (sip: username@ims.telecom.ntua.gr) και μια ιδιωτική ταυτότητα (username@ims.telecom.ntua.gr) με τις οποίες μπορεί να συνδέεται στο σύστημα και να απολαμβάνει τις υπηρεσίες που του προσφέρονται.

Συγκεκριμένα, η ιδιωτική ταυτότητα (IMPI) είναι μοναδική και χρησιμοποιείται για την Σύνδεση (Registration), την Ταυτοποίηση (Authorization) και τη Διαχείριση του λογαριασμού του χρήστη (Administration, Accounting). Η δημόσια ταυτότητα (IMPU) χρησιμοποιείται από τους χρήστες για αίτηση επικοινωνίας με άλλους χρήστες. Δεν είναι απαραίτητο να είναι μοναδική ούτε να συνδέεται με μια μόνο συσκευή.

Στη συνέχεια, μέσω ενός client ο χρήστης μπορεί να συνδεθεί στο OpenIMSCore και να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες που του παρέχονται. Για το σκοπό αυτό, διατίθενται αρκετές εφαρμογές, όπως το x-Lite, το Monster αλλά και ο UCT ims client για Linux.

B.3. Asterisk

Το επόμενο βήμα, αφορά στην ενσωμάτωση λειτουργιών κλήσεων στο υπάρχον IMS σύστημα. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιείται ο *Asterisk*, που δρα ουσιαστικά ως τηλεφωνικό κέντρο που προσφέρει τέτοιου είδους υπηρεσίες.

Συγκεκριμένα, ο *Asterisk* αποτελεί ένα πλαίσιο ανοικτού κώδικα για παροχή υπηρεσιών επικοινωνίας. Επιτρέπει σε συνδεδεμένα σε αυτό τηλέφωνα να πραγματοποιούν κλήσεις μεταξύ τους όπως και να συνδέονται σε άλλα διαφορετικά δίκτυα, όπως στο PSTN ή σε συστήματα VoIP. Υποστηρίζοντας μια ευρεία γκάμα από πρωτόκολλα, τόσο για τηλεφωνία μέσω Internet όπως SIP, MGCP, H.323 παρέχοντας πλήθος λειτουργιών (voice mail, συνδιαλέξεις, διαδραστική απάντηση μέσω φωνής -interactive voice response- κ.α) όσο και για παραδοσιακή τηλεφωνία PSTN όπως το SS7, είναι ευρύτατα διαδεδομένο μεταξύ εταιρειών και χρηστών.

Όσον αφορά στη δομή του, είναι χτισμένο πάνω σε μονάδες (modules). Αυτές αφορούν εξαρτήματα τα οποία φορτώνονται στο σύστημα και του προσδίδουν λειτουργικότητα. Τύποι τέτοιων μονάδων αφορούν σε εφαρμογές, που προσδιορίζουν ενέργειες που μπορούν να εφαρμόζονται σε κλήσεις, σε εξαρτήματα, που επιτρέπουν σύνδεση με διαφορετική τεχνολογία, σε μονάδες, που διευκολύνουν την αποθήκευση καταγραφών που αφορούν σε λεπτομέρειες κλήσεων, σε drivers καναλιών για την πραγματοποίηση των κλήσεων, σε μεταφραστές κωδίκων για την μετατροπή audio ροών μεταξύ των κλήσεων, σε λειτουργίες πληκτρολογίου, σε λειτουργίες τηλεφωνικού κέντρου, σε πρόσθετα κλπ.

Κύριο ρόλο στη λειτουργία του, διαδραματίζει το dialplan, το οποίο μπορεί να επεξεργαστεί μέσω του αρχείου /etc/asterisk/extensions.conf (όπως και μέσω των αρχείων /etc/asterisk/extensions.ael, /etc/asterisk/extensions.lua). Το dialplan περιέχει τον τρόπο με τον οποίο θα αντιμετωπιστεί μια κλήση για κάθε κανάλι επικοινωνίας που εισέρχεται στο σύστημα.

Η δομή του dialplan περιλαμβάνει τέσσερα βασικά στοιχεία, τα περιεχόμενα (contexts), τις προσθήκες (extensions),

τις *προτεραιότητες* (priorities) και τις *εφαρμογές* (applications).

Τα **περιεχόμενα** (contexts) αποτελούν τα τμήματα στα οποία χωρίζεται το dialplan και προσδιορίζονται από αγκύλες []. Ουσιαστικά είναι τμήματα τα οποία δεν επιθυμείται να αλληλεπιδράσουν με άλλα τμήματα του script και τα extensions που περιέχουν είναι απομονωμένα από αυτά.

Οι **προσθήκες** (extensions) αναφέρονται τόσο σε έναν αριθμό όσο και σε ένα όνομα, το οποίο θα κληθεί όταν πληκτρολογηθεί από τον χρήστη. Επιπλέον, μέσω του extension προσδιορίζεται και μια σειρά ενεργειών που θα εκτελεστούν όταν η συγκεκριμένη κλήση λάβει χώρα.

Η σύνταξη του extension έχει τη δομή και περιλαμβάνει:



Εικόνα B.2. Extension syntax

- **Το όνομα** (name): Αποτελεί το όνομα ή τον αριθμό που θα κληθεί
- **Την προτεραιότητα** (priority): Αναφέρεται στην σειρά με την οποία θα εκτελεστεί το κάθε βήμα.
- **Την εφαρμογή** (application): Αναφέρεται στην εφαρμογή που θα εκτελεστεί πχ Answer()

Οι **προτεραιότητες** είναι συνεχόμενοι αριθμοί ξεκινώντας από το 1 (μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προτεραιότητα n για λόγους ευκολίας, η οποία αυξάνει κατά ένα την προηγούμενη προτεραιότητα), που ο καθένας από αυτούς προσδιορίζει μια από τις ενέργειες- εφαρμογές που θα εκτελεστούν όταν πραγματοποιηθεί η κλήση. Ο asterisk εκτελεί αυτές τις εντολές με την σειρά, εκτός αν υπάρχουν συνθήκες που προωθούν τη σειρά εκτέλεσης σε άλλη προτεραιότητα από την αναμενόμενη, η οποία μπορεί να προσδιοριστεί με ένα όνομα (label).

Τέλος, κάθε **εφαρμογή**, αντιπροσωπεύει μια πράξη που θα πραγματοποιηθεί στα κανάλια που έχουν δημιουργηθεί μεταξύ των μερών επικοινωνίας. Τέτοιες εφαρμογές αποτελούν η αποστολή ενός ήχου, η εύρεση ενός στοιχείου σε μια βάση δεδομένων, η κλήση ενός καναλιού, ο τερματισμός μιας

κλήσης κ.ά. Υπάρχουν εφαρμογές που δεν χρειάζονται παραμέτρους και εκτελούνται αυτόνομα, ενώ υπάρχουν επίσης εφαρμογές για τις οποίες απαιτούνται παραμέτροι που προσθέτουν περισσότερες πληροφορίες για την ενέργεια που θα εκτελεστεί.

Για την πραγματοποίηση κλήσης, χρησιμοποιείται η εφαρμογή Dial με σύνταξη:

```
Dial(tech/username:password@hostname/extension,ring-timeout,flags)
```

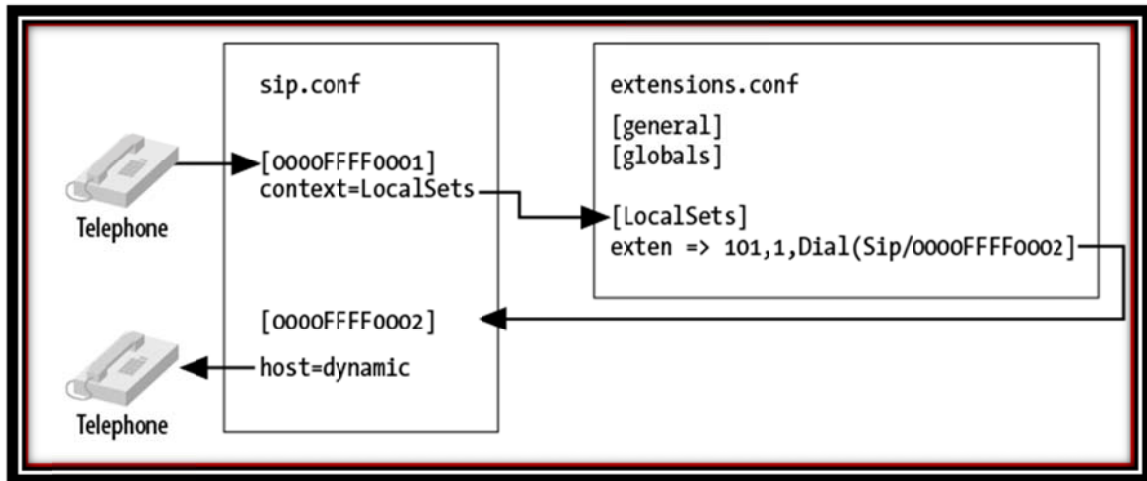
Εικόνα B.3. Dial syntax

Μέσω της συγκεκριμένης εφαρμογής, επιτρέπεται η σύνδεση με πολλούς τύπους καναλιών (αναφέρονται στο *tech*) όπως το SIP, IAX, H.32, Skinny, PRI κ.α.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, επιλέγεται το πρωτόκολλο SIP που υποστηρίζει την VoIP επικοινωνία. Η κλήση γίνεται σε έναν χρήστη του IMS συστήματος μέσω ενός *extension* που αντιπροσωπεύει το *username* της ταυτότητας του. Μπορεί ακόμα να προσδιοριστεί ο αριθμός των χτύπων του τηλεφώνου του χρήστη που καλείται (*ring-timeout*) όπως και να προσδιοριστούν και ορισμένες ιδιότητες μέσω των σημαιών (*flags*). π.χ με την επιλογή T μεταφέρεται η συνδεδεμένη κλήση μέσω του πατήματος του κουμπιού #.

Τέλος, είναι σημαντικό να γίνει αναφορά στο **sip.conf** καθώς όταν μια SIP κλήση λαμβάνει χώρα, η ταυτότητα της «ταιριάζεται» σε αυτόν τον φάκελο, που αποτελεί τον φάκελο ρύθμισης του καναλιού της. Επιπλέον διαχειρίζεται τις λειτουργίες ταυτοποίησης του δικτύου στο οποίο ανήκει ο χρήστης και προσδιορίζει το σημείο στο οποίο θα γίνει η είσοδος στο *dialplan*.

Όλοι οι χρήστες του συστήματος προσδιορίζονται μέσω του *ims.telecom.ntua.gr*, του δικτύου στο οποίο ανήκουν και το οποίο αλληλεπιδρά με τον *asterisk*, στο *sip.conf*, ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί μια VoIP κλήση.



Εικόνα Β.4. Asterisk sip.conf, dialplan

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, στο sip.conf, ορίστηκε ως peer το σύστημα ims.telecom.ntua.gr ώστε όλοι οι χρήστες που ανήκουν σε αυτό να μπορούν να πραγματοποιούν κλήσεις μέσω του κατάλληλου context που εξυπηρετεί το ims.telecom.ntua.gr. Ορίστηκαν επιπλέον και κάποιες γενικές λεπτομέρειες σχετικά με τα χαρακτηριστικά της VoIP σύνδεσης που θα πραγματοποιείται. (πχ επιτρεπόμενοι audio κώδικες).

Η εγκατάσταση του Asterisk έχει πραγματοποιηθεί στο μηχάνημα με IP διεύθυνση 147.102.7.11 (voip-locsrv.telecom.opece.ntua.gr).

Η ενσωμάτωσή του στο εγκατεστημένο OpenIMS γίνεται μέσω του web interface του τελευταίου. Συγκεκριμένα, ορίστηκε ως ένας νέος **Application Server** στο αντίστοιχο πεδίο, με χαρακτηριστικά:

- **Name:** asterisk_as
- **Server Name:** <sip:147.102.7.11:5060> ;IP και θύρα πρόσβασης
- **Diameter FQDN:** voip-locsrv.telecom.ece.ntua.gr
- **Default Handling:** Session-Continued

ενώ στη συνέχεια ορίστηκε ως κύριος Application Server στα *default_ifc* με τα *default trigger points*. Τα *default_ifc* αναφέρονται στη σειρά με την οποία δρομολογείται μια σύνοδος σε μια εφαρμογή ενώ τα *trigger_points* καθορίζουν τις συνθήκες που θα πρέπει να ικανοποιούνται για αυτή τη δρομολόγηση.

ID	1
Name*	default_ifc
Trigger Point	default_tp
Application Server*	asterisk_as
Profile Part Indicator	Any

Εικόνα B.5. iFC

Τέλος, στις IMPU των χρηστών, τοποθετήθηκε ως ο *preferred application server*.

B.4. Openfire

Για την ενσωμάτωση λειτουργιών, που αφορούν σε αποστολή άμεσου μηνύματος σύμφωνα με το πρωτόκολλο XMPP, χρησιμοποιήθηκε ο Openfire server.

Ο Openfire αποτελεί έναν ανοικτού κώδικα, εξυπηρετητή συνεργασίας πραγματικού χρόνου (Real Time Collaboration server) που έχει αναπτυχθεί από την Ignite Realtime. Είναι γραμμένος σε γλώσσα προγραμματισμού Java και για την αποστολή άμεσων μηνυμάτων στους χρήστες, χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο XMPP.

Ο Openfire παρέχει ένα *web-based administration panel* που προσφέρει ευκολία στη ρύθμιση των λειτουργιών του, *διεπαφές πρόσθετων* (plugin interfaces) που αυξάνουν τις λειτουργίες που υποστηρίζει, υποστήριξη *SSL/TLS* και *συνδεσιμότητα με βάση δεδομένων* για την αποθήκευση μηνυμάτων και των λεπτομερειών των χρηστών.

Η εγκατάστασή του έγινε στο ίδιο VM εγκατάστασης με το OpenIMScore με διεύθυνση IP 147.102.7.51 (*ims.telecom.ntua.gr*). Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε μια νέα βάση δεδομένων με όνομα *openfire*, έγινε η εγκατάσταση του νέου συστήματος και ενεργοποιήθηκαν κάποιες πόρτες απαραίτητες για τη λειτουργία του. Στη συνέχεια μέσω του *web administration panel* έγινε η σύνδεση της βάσης δεδομένων, προσδιορίστηκαν οι ρυθμίσεις για τη σύνδεση των χρηστών όπως έγινε και η εισαγωγή νέων χρηστών στο

σύστημα. Οι χρήστες είναι ίδιοι με αυτούς που διαθέτουν λογαριασμό στο OpenIMScore.

Ο σκοπός του Openfire όμως είναι η υλοποίηση των λειτουργιών του Asterisk που αφορούν στην αποστολή άμεσων μηνυμάτων (IM) στους χρήστες του δικτύου, αφού πραγματοποιηθεί μια κλήση.

Όπως έχει περιγραφεί, οι δυνατότητες του Asterisk εμπλουτίζονται από την ενεργοποίηση ενοτήτων (modules) που περιέχει. Το *res_jabber* αποτελεί μια ενότητα που περιλαμβάνει εφαρμογές και συναρτήσεις dialplan που βασίζονται στο πρωτόκολλο XMPP. Ο Openfire αποτελεί τον XMPP server που «ενσωματώνεται» στον Asterisk για την υλοποίηση των παραπάνω εφαρμογών.

Από την πλευρά του Openfire, η σύνδεση του Asterisk γίνεται στο web-based administration panel. Συγκεκριμένα, ενεργοποιείται το πρόσθετο που αφορά σε σύνδεση Asterisk, και προστίθεται ο Asterisk server με τα χαρακτηριστικά του όπως το όνομά του, η διεύθυνση στην οποία είναι εγκατεστημένο, το username και password του διαχειριστή όπως και η πόρτα σύνδεσης με το Openfire, 5038. Με τον τρόπο αυτό προκύπτει ένα είδος λογαριασμού για τον Asterisk server στον Openfire server. Επιπλέον προστίθενται οι χρήστες του συστήματος με τα χαρακτηριστικά των τηλεφώνων τους.

Η ενσωμάτωση του Asterisk που έχει προσδιοριστεί στο asterisk plugin του Openfire, στον Asterisk server, γίνεται μέσω των αρχείων *jabber.conf* και *manager.conf*. Στο πρώτο αρχείο προσδιορίζονται πληροφορίες όπως ο τύπος σύνδεσης του XMPP server (client), η τοποθεσία του, το username και το password του Asterisk από το asterisk-plugin και η πόρτα σύνδεσης με τον Asterisk server, 5222. Προσδιορίζονται επίσης οι χρήστες οι οποίοι μπορούν να στέλνουν και να δέχονται άμεσα μηνύματα με την ενεργοποίηση του module. Στο δεύτερο αρχείο, *manager.conf*, προσδιορίζονται θέματα σχετικά με τις διευθύνσεις από και προς τις οποίες επιτρέπεται η όποια αποστολή άμεσων μηνυμάτων.

Με την μετέπειτα ενεργοποίηση του module του Asterisk αποκτάται η δυνατότητα αποστολής από το δίκτυο μηνυμάτων στους χρήστες του συστήματος OpenIMSCore.

B.5. Sip User Agents (UA)

Οι SIP User Agents αντιπροσωπεύουν το μέσο με το οποίο ο χρήστης εισέρχεται στο σύστημα, αποτελούν την τερματική συσκευή στο δίκτυο που έχει κατασκευαστεί.

Υπάρχουν αρκετοί user agents που υποστηρίζουν το πρωτόκολλο SIP όπως και το πρωτόκολλο XMPP. Λίγοι όμως user agents υποστηρίζουν ταυτόχρονα και τα δύο πρωτόκολλα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Όσον αφορά στο πρωτόκολλο SIP, χρησιμοποιήθηκαν και δοκιμάστηκαν τα *x-Lite* και *myMonster* για περιβάλλον Windows και *UCT IMS* για περιβάλλον Linux. Μέσω των συγκεκριμένων εφαρμογών, ο χρήστης μπορεί να εισέλθει στο σύστημα IMS, να συνδεθεί και να πραγματοποιήσει κλήσεις σε άλλους χρήστες του συστήματος.

B.5.1. X-Lite

Το **x-lite**, προϊόν της CounterPath Corporation, αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές παροχής SIP υπηρεσιών στο διαδίκτυο. Η σύνδεση (registration) κάθε χρήστη απαιτεί το ID, το domain, το password και την ιδιωτική ταυτότητα του χρήστη. Επιπλέον ο *pcscf.telecom.ntua.gr* ορίζεται ως proxy server και καθορίζεται η θύρα στην οποία ακούει, 4060.

User Details	
* User ID:	mary
* Domain:	ims.telecom.ntua.gr
Password:	••••
Display name:	mary
Authorization name:	mary@ims.telecom.ntua.gr

Εικόνα B.6. x-Lite config

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στη ρύθμιση των λεπτομερειών για το τείχος προστασίας (προτιμήθηκε η επιλογή None) όπως επίσης και στην επιλογή των audio κωδίκων, με την επιλογή του G711.uLaw να είναι η επικρατέστερη.

B.5.2. myMonster

Το **myMonster**, προϊόν της Fraunhofer Fokus, προσφέρει ευκολότερη πρόσβαση στο IMS χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο SIP. Επιπλέον υποστηρίζει και αυτό κλήσεις μεταξύ χρηστών του συστήματος, χωρίς όμως να είναι δυνατή η αποστολή μηνυμάτων μέσω XMPP πρωτοκόλλου.

Για τη σύνδεση του χρήστη στο σύστημα και την χρησιμοποίηση των υπηρεσιών του, αρκεί να αποθηκεύσει στην αντίστοιχη καρτέλα τα στοιχεία του IMS network και τα στοιχεία της ταυτότητας του στο σύστημα αυτό. Οι υπόλοιπες ρυθμίσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τις default τιμές τους.

IMS Network

Configuration parameters for the IMS network and discovery.
NOTE: Changes made here while you are registered, will only take effect, the next time you sign in again.

Connection settings

The domain of your IMS network
ims.telecom.ntua.gr

Display name
alex

Public Identity
sip:alex@ims.telecom.ntua.gr

Private Identity
alex@ims.telecom.ntua.gr

Secret key
••••

PCSCF
pcscf.telecom.ntua.gr

PCSCF Port
4060

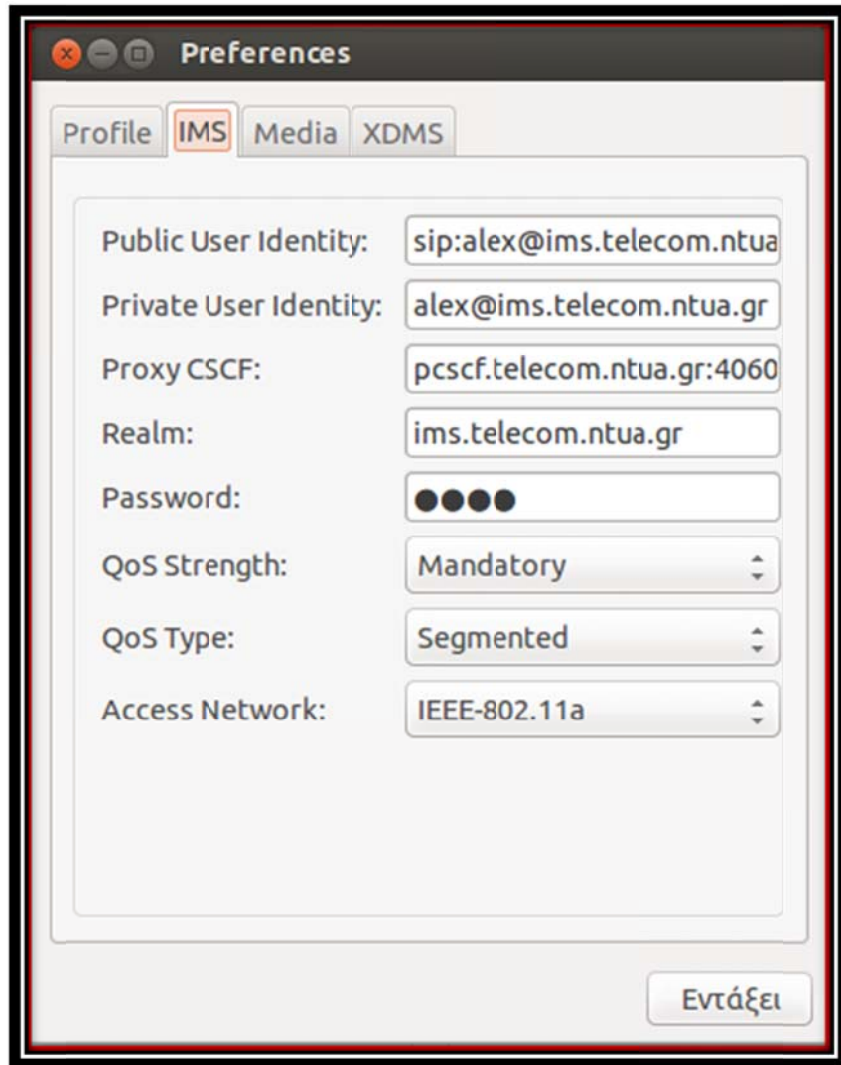
Discovery settings

PCSCF Discovery
Fix IP

Εικόνα B.7. myMonster config

B.5.3. UCT IMS

Τέλος, για το λειτουργικό σύστημα Linux, χρησιμοποιήθηκε ο **UCT IMS** client. Η σύνδεση μπορεί να πραγματοποιηθεί αφού ο χρήστης αφενός προσθέσει στην καρτέλα IMS τη δημόσια και ιδιωτική ταυτότητα του, το realm του συστήματος που θέλει να συνδεθεί και τον proxy CSCf με την πόρτα σύνδεσης (4060) και αφετέρου επιλέξει register από την καρτέλα options.



Εικόνα Β.8. UCT IMS config

B.5.4. Spark

Όσον αφορά στο πρωτόκολλο XMPP, η χρησιμοποίηση του Openfire ως XMPP server, καθιστά σχεδόν απαραίτητη τη χρησιμοποίηση του **spark client** ως instant messaging client. Κι αυτό διότι έχει δημιουργηθεί από την ίδια εταιρεία, Ignite Realtime, και έχει συσταθεί με τέτοιο τρόπο ώστε η χρήση του να καλύπτει και να καλύπτεται πλήρως με τη χρήση και τις βελτιώσεις του Openfire. Επιπλέον υπάρχουν πρόσθετα τόσο στο web-based administration panel του Openfire server που αφορούν στη χρησιμοποίηση του spark όσο και στην ίδια εφαρμογή του

spark client που συντελούν στην αύξηση της λειτουργικότητάς του.



Εικόνα B.9. Spark client config

Ο Spark client αφορά στην εξυπηρέτηση των υπηρεσιών που προσφέρονται μέσω του XMPP πρωτοκόλλου, επομένως ο χρήστης μπορεί να στείλει και να λάβει μόνο άμεσα μηνύματα. Η σύνδεση του γίνεται αφού πληκτρολογήσει το username, το password και τον server στον οποίο βρίσκεται ο Openfire server.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, τόσο το OpenIMSCore όσο και ο Openfire server, έχουν εγκατασταθεί στο ίδιο VM, ims.telecom.ntua.gr με IP 147.102.7.51.

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας, όμως, είναι να αποστείλει ένα instant message με υπηρεσίες στον χρήστη του IMS συστήματος, αφού πραγματοποιήσει μια κλήση και εντοπιστεί η θέση του. Επομένως, δεν είναι λειτουργικό ο χρήστης να διαθέτει δύο clients που να ικανοποιούν τις δύο παραπάνω λειτουργίες. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκε ένας client, που να υποστηρίζει και τα δύο παραπάνω πρωτόκολλα, SIP και XMPP. Με τον τρόπο αυτό, κάθε χρήστης χρησιμοποιεί μια εφαρμογή, μέσω της οποίας μπορεί να συνδεθεί και να χρησιμοποιεί ταυτόχρονα και τους δύο λογαριασμούς του, τόσο για κλήσεις όσο και άμεσα μηνύματα.

B.5.5. Jitsi

Ο Jitsi αποτελεί έναν client, που υποστηρίζει τόσο το πρωτόκολλο SIP, για πραγματοποίηση VoIP υπηρεσιών, όσο και το πρωτόκολλο XMPP, για πραγματοποίηση λειτουργιών instant messaging. Επιπλέον, διαθέτει πλήθος επιλογών (αυτόματη απάντηση/προώθηση, αυτόματη επανασύνδεση, ηχογράφηση κλήσεων, άμεση σύνδεση media μέσω πρωτοκόλλου ICE) και εύκολες ρυθμίσεις, έτσι ώστε ο χρήστης να μην αντιμετωπίσει δυσκολίες κατά την εισαγωγή του στο σύστημα και κατά την χρησιμοποίηση των υπηρεσιών που του παρέχονται. Χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα OTR, SRTP, ZRTP για κρυπτογράφηση και διατίθεται για όλα τα περιβάλλοντα λογισμικού.

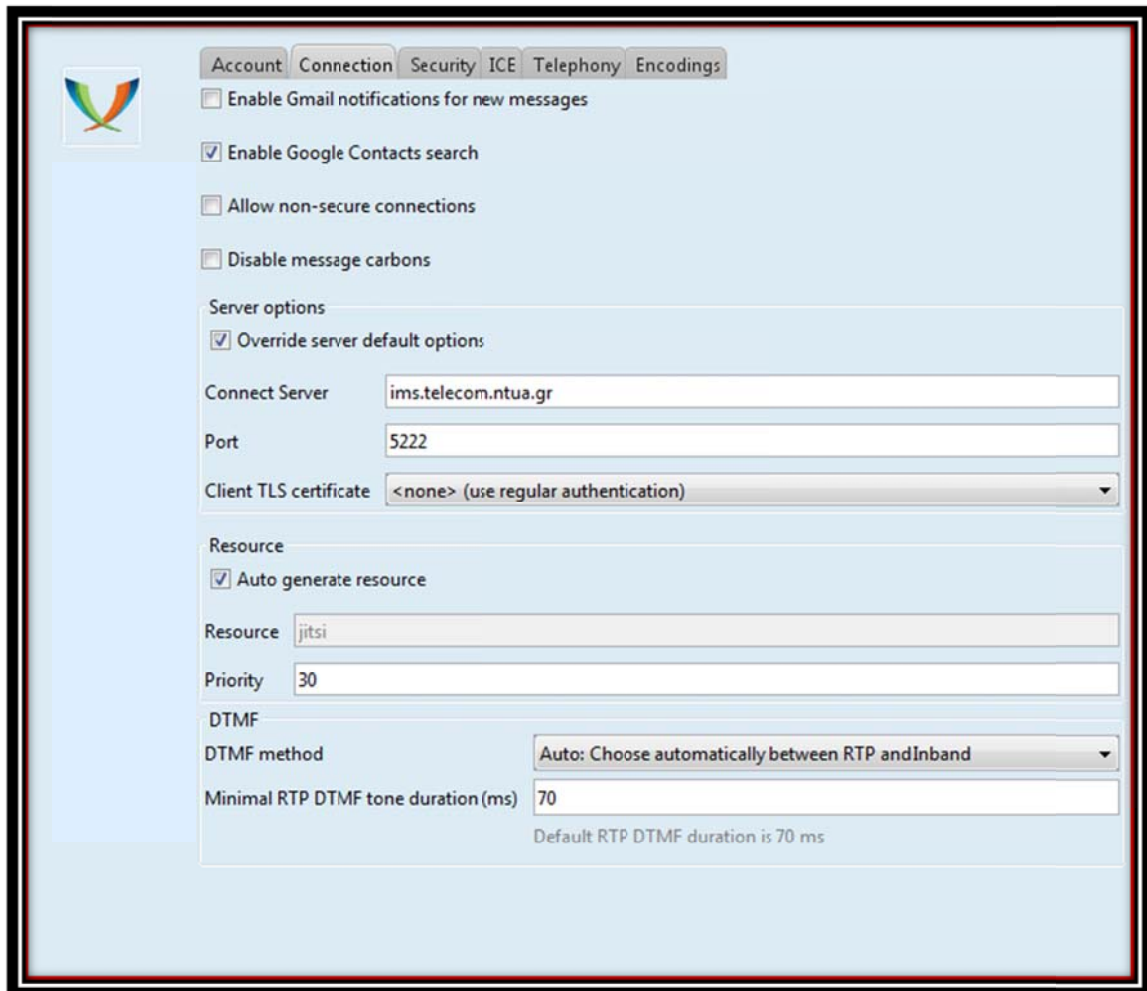
Για τη σύνδεση του στο SIP λογαριασμό του, την πρώτη φορά που θα συνδεθεί, ο πελάτης χρειάζεται να εισάγει στοιχεία όπως η ιδιωτική του ταυτότητα και ο proxy CSCF στον οποίο συνδέεται. Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει επιλογές σχετικές με την ασφάλεια και τους audio κώδικες που χρησιμοποιούνται.

The image shows a screenshot of the Jitsi SIP configuration interface. The interface is titled "SIP" and has several tabs: "Account", "Connection", "Security", "Presence", and "Encodings". The "Account" tab is selected. The configuration fields are as follows:

- Registrar:** ims.telecom.ntua.gr (Port: 5060)
- Authorization name:** alex@ins.telecom.ntua.gr
- Client TLS certificate:** <none> (use regular authentication)
- Proxy options:** Configure proxy automatically
- Proxy:** pcscf.telecom.ntua.gr (Port: 4060)
- Preferred transport:** UDP
- Keep alive:** Keep alive method: NONE, Keep alive interval: 25 (Between 1 and 3600 seconds)
- Voicemail:** Message Waiting (MWI), Voicemail Subscription URI, Voicemail check URI
- DTMF:** DTMF method: Auto: Choose automatically between RTP and Inband (no SIP INFO), Minimal RTP DTMF tone duration (ms): 70 (Default RTP DTMF duration is 70 ms)

Εικόνα B.10. Jitsi SIP config

Για τη σύνδεση με τον Jabber λογαριασμό του, την πρώτη φορά που θα συνδεθεί, ο πελάτης χρειάζεται να ρυθμίσει το account του (username@ims.telecom.ntua.gr και password) στην καρτέλα account και να αποθηκεύσει το μηχάνημα στο οποίο είναι εγκατεστημένος ο XMPP server, στην καρτέλα connection του πεδίου Tools->Options->Accounts->user.



Εικόνα B.11 Jitsi XMPP config

Πέρα από τις προσωπικές ρυθμίσεις κάθε χρήστη, είναι δυνατό να οριστούν και γενικές ρυθμίσεις (Πεδίο *Tools->Options*) που αφορούν τους κώδικες και τις συσκευές audio και video, θέματα ασφάλειας σε μηνύματα και κλήσεις, ήχοι, όπως και προχωρημένες ρυθμίσεις σχετικά με τα πρωτόκολλα υποστήριξης, το DNS κ.α

Τέλος, επειδή ο Jitsi ως client, κάνει ignore τα routing-service headers, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα να μην μπορεί να πραγματοποιήσει κλήσεις, παρά μόνο να δέχεται, χρειάστηκε να ενεργοποιηθεί η Variant 2

(`P_enforce_service_routes()`) από το config του Pcsfcf στο OpenIMSCore (γραμμές 453,757).

Η επιλογή του `client`, έγινε με κριτήρια την ευκολία ρύθμισης από την πλευρά του χρήστη και τη λειτουργικότητα του. Ανάλογος `client` παροχής των ζητούμενων υπηρεσιών, είναι ο Yate.

B.6. Service Logic

Μετά από την εγκατάσταση των επιμέρους τμημάτων του συστήματος, τη διασύνδεση μεταξύ τους και την επιλογή του `client` που θα αντιπροσωπεύει το τερματικό του χρήστη, καθορίζονται οι λεπτομέρειες λειτουργίας της εφαρμογής.

Συγκεκριμένα, ένας χρήστης του IMS συστήματος, βρίσκεται σε μια γεωγραφική περιοχή (2^{ος} όροφος του κτηρίου ΗΜΜΥ). Αφού κάνει `registration` στο IMS με τα στοιχεία του μέσω του `client` που χρησιμοποιεί, είναι έτοιμος να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες που του παρέχονται. Οι υπηρεσίες αυτές αφορούν στην πραγματοποίηση κλήσεων (ο `asterisk` έχει χρησιμοποιηθεί ως ο `preferred application server`).

Για την πραγματοποίηση της κλήσης, χρειάζεται να πληκτρολογήσει στον `client Jitsi` τη δημόσια ταυτότητα του χρήστη που θέλει να επικοινωνήσει. Στη συνέχεια η κλήση μέσω της διασύνδεσης OpenIMS και Asterisk δρομολογείται στον προορισμό της (δημιουργούνται δύο δίαυλοι επικοινωνίας μεταξύ Asterisk και χρήστη κάθε φορά) με βάση τα `ifc` (Initial Filter Criteria) που έχουν οριστεί και την εκτέλεση του `dialplan` στον Asterisk, που αφορά στα βήματα που λαμβάνουν μέρος στην εκτέλεση της κλήσης. Λόγω της ενεργοποίησης δυνατότητας στον Asterisk για αποστολή άμεσων μηνυμάτων, μέσω της διασύνδεσης με έναν XMPP server, έχει οριστεί αποστολή μηνυμάτων τόσο σε αυτόν που καλεί όσο και στον καλούμενο. Τα μηνύματα αφορούν σε:

- Ενημέρωση του αποστολέα της κλήσης σχετικά με τις υπηρεσίες που προσφέρονται στην περιοχή που πραγματοποιεί την κλήση. Για το λόγο αυτό, εντοπίζεται η θέση του μέσω εφαρμογής.

- Ενημέρωση του παραλήπτη της κλήσης σχετικά με την κλήση που πρόκειται να λάβει.
- Ενημέρωση του παραλήπτη της κλήσης σχετικά με την κλήση που έλαβε και την ώρα/ημερομηνία λήψης της.

B.7. Registration Flow

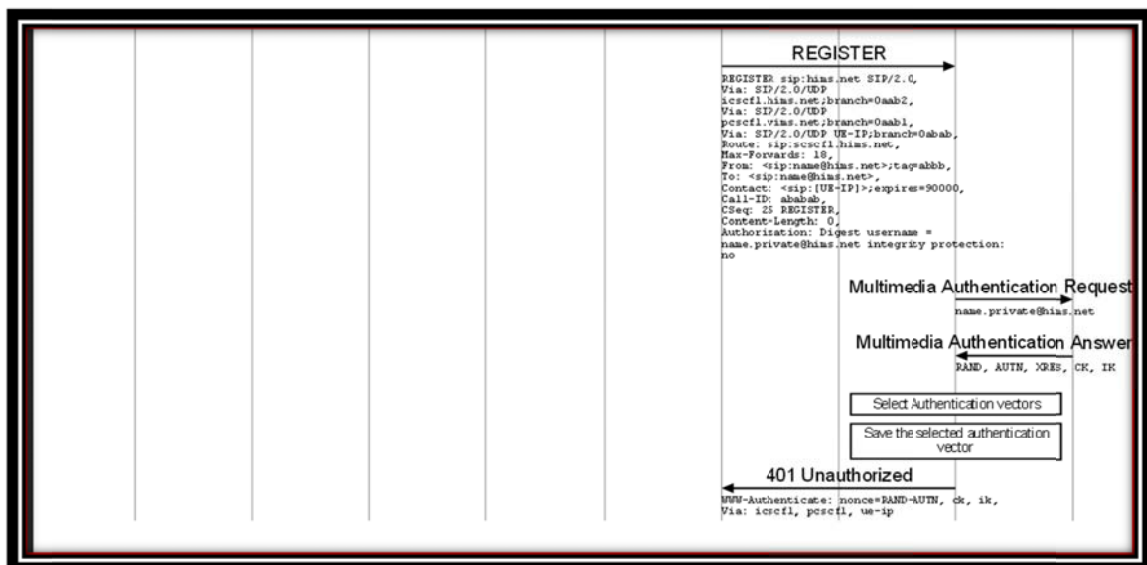
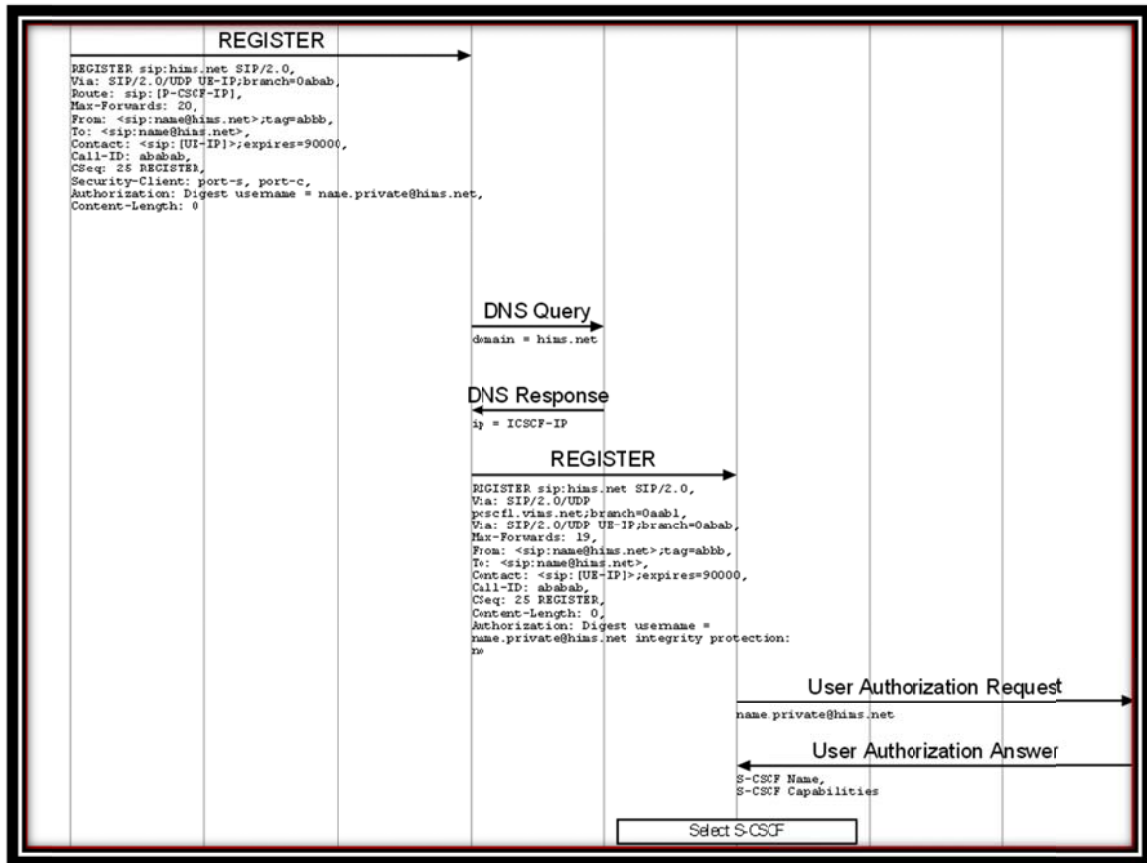
Κάθε χρήστης του OpenIMS, προκειμένου να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες που του παρέχονται από το σύστημα, είναι απαραίτητο να συνδεθεί σε αυτό. Η διαδικασία του registration περιλαμβάνει την παρακάτω ακολουθία μηνυμάτων:

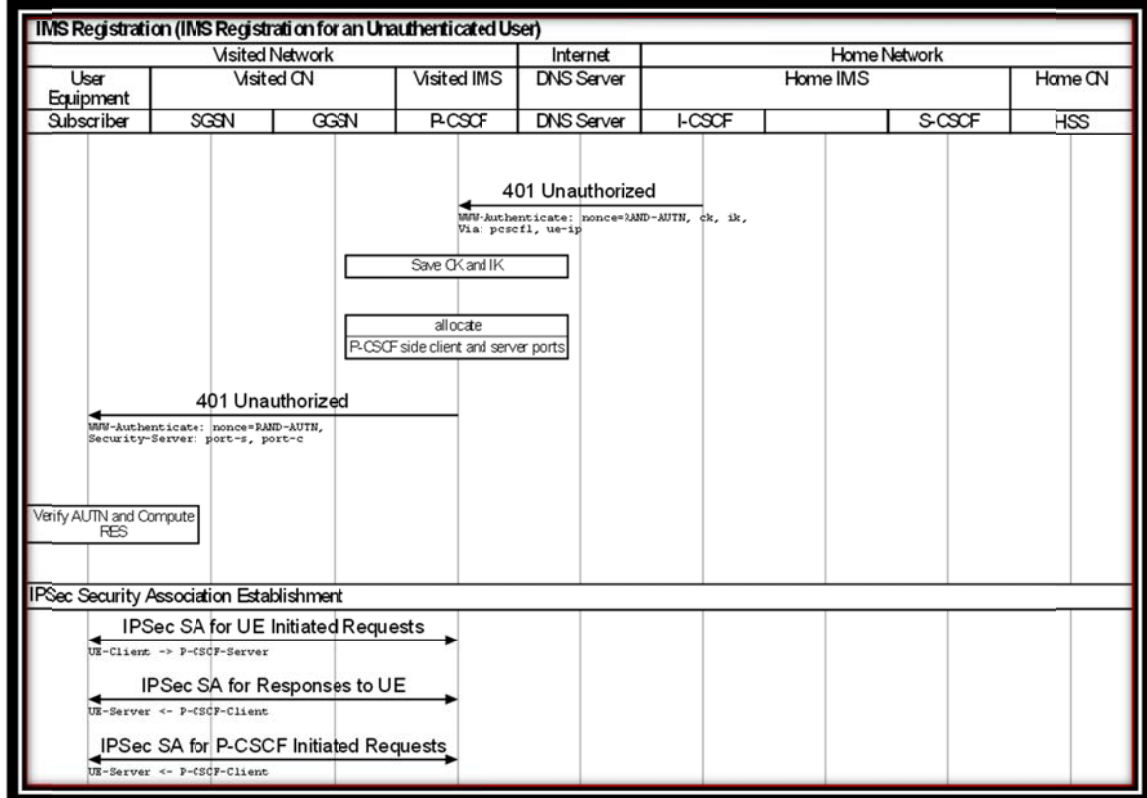
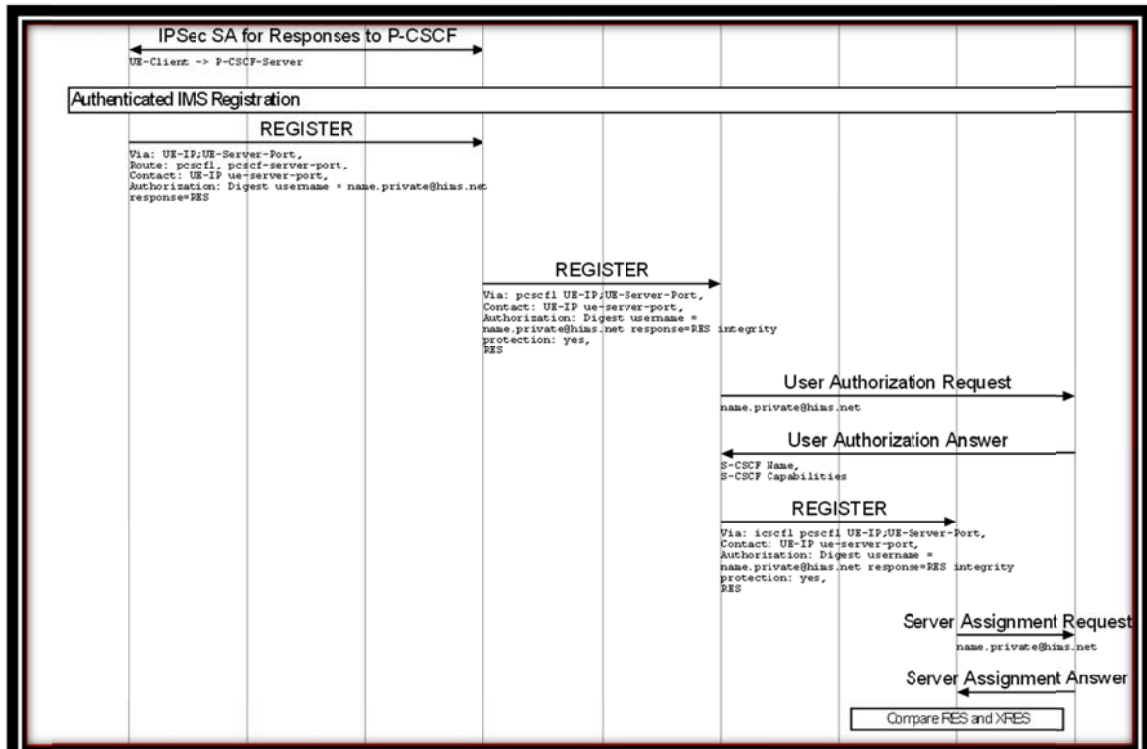
- Ο χρήστης στέλνει ένα μήνυμα Register ώστε να ενημερώσει το δίκτυο ότι η συγκεκριμένη δημόσια ταυτότητα είναι διαθέσιμη στην IP διεύθυνση που περιέχεται στην επικεφαλίδα Contact. Στο μήνυμα περιλαμβάνονται επίσης ο server όπως και οι πόρτες που χρησιμοποιεί ο πελάτης. Ταυτόχρονα περιέχεται η ιδιωτική ταυτότητα του χρήστη που θα επαληθευτεί από τους S-CSCF και HSS. Ο client προσθέτει μια επικεφαλίδα Via ώστε να γνωστοποιήσει ότι το μήνυμα έχει διασχίσει τη συσκευή του χρήστη και τέλος αυτό προωθείται στην πόρτα 5060.
- Ο P-CSCF λαμβάνει το μήνυμα Register και χρησιμοποιεί το DNS ώστε να μεταφράσει το domain στην IP διεύθυνσή του. Προσθέτει μια επικεφαλίδα Via και αφαιρεί την επικεφαλίδα Route. Το μήνυμα προωθείται στη διεύθυνση IP που επιστράφηκε από το DNS.
- Γίνεται ερώτηση στη HSS για τον S-CSCF και η βάση δεδομένων απαντά με τους διαθέσιμους. Ο I-CSCF επιλέγει τον S-CSCF σύμφωνα με τις δυνατότητες του και προωθεί σε αυτόν το μήνυμα Register.
- Η βάση δεδομένων HSS προωθεί τα στοιχεία RAND (Random Number), Authentication Token (AUT), signed result (XRES), Cipher Key (CK) και Integrity Key (IK).
- Ο χρήστης δεν έχει ακόμα πιστοποιηθεί οπότε υπάρχει μια πρώτη απόρριψη του registration request και το τερματικό καλείται πλέον να πιστοποιήσει τον χρήστη. Τα στοιχεία RAND, AUTN (πεδίο nonce) και CK, IK

περιλαμβάνονται στην επικεφαλίδα WWW-Authenticate στο μήνυμα 401 Unauthorized που αποστέλλεται σε αυτόν.

- Ο P-CSCF αποθηκεύει τα CK,IK τα οποία χρειάζονται για την εγκατάσταση της IPsec ασφαλούς σύνδεσης. Επίσης διαθέτει τις πόρτες του server, οι οποίες περιλαμβάνονται στο μήνυμα 401 Unauthorized που λαμβάνει ο χρήστης. Οι τιμές RAND,AUTN περνούν στον χρήστη ενώ οι τιμές CK,IK αφαιρούνται από την επικεφαλίδα WWW-Authentication. Το μήνυμα προωθείται στην πόρτα 5060.
- Με την επιβεβαίωση του AUTN, πιστοποιείται το δίκτυο IMS. Υπολογίζεται επίσης η τιμή RES και προωθείται πίσω στο IMS για την πιστοποίηση του χρήστη.
- Σε αυτό το σημείο, αποστέλλεται ένα δεύτερο αίτημα Register το οποίο προωθείται στην πόρτα του P-CSCF που περιλαμβάνεται στο 401 Unauthorized μήνυμα και περιλαμβάνει την τιμή RES στην επικεφαλίδα Authorization.
- Το αίτημα προωθείται στον I-CSCF, γίνεται ερώτηση στην HSS για τον S-CSCF η οποία απαντά με τους διαθέσιμους και το μήνυμα προωθείται σε αυτόν που επιλέγεται.
- Τέλος, αποκτώνται οι πληροφορίες του χρήστη από την HSS, συγκρίνονται οι τιμές RES και XRES και ο S-CSCF απαντά με επιτυχία. Το μήνυμα επιτυχίας 200 OK, επιστρέφεται στον P-CSCF και από εκεί στο χρήστη.

Η διαδικασία της σύνδεσης έχει με αυτόν τον τρόπο ολοκληρωθεί.



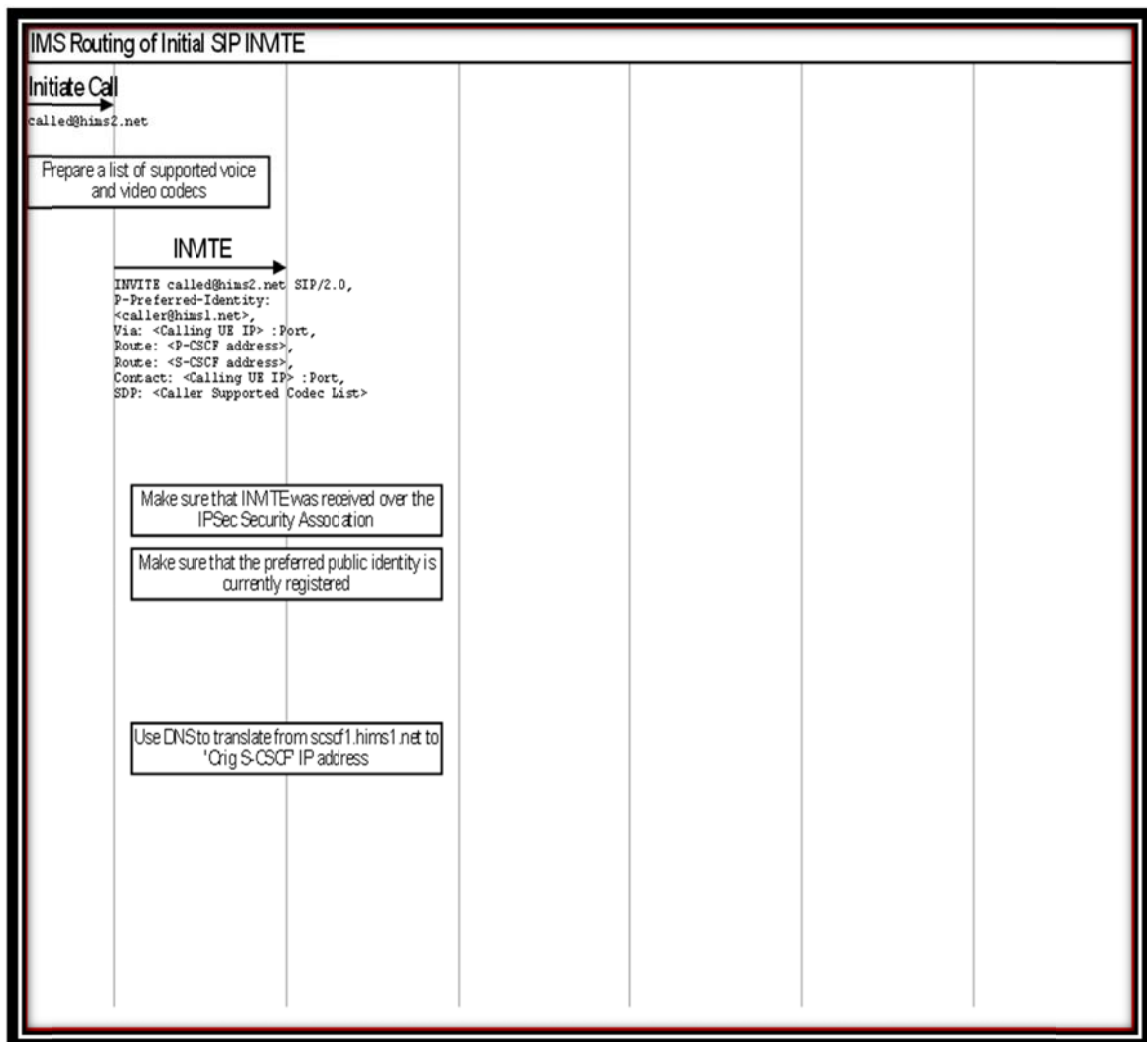




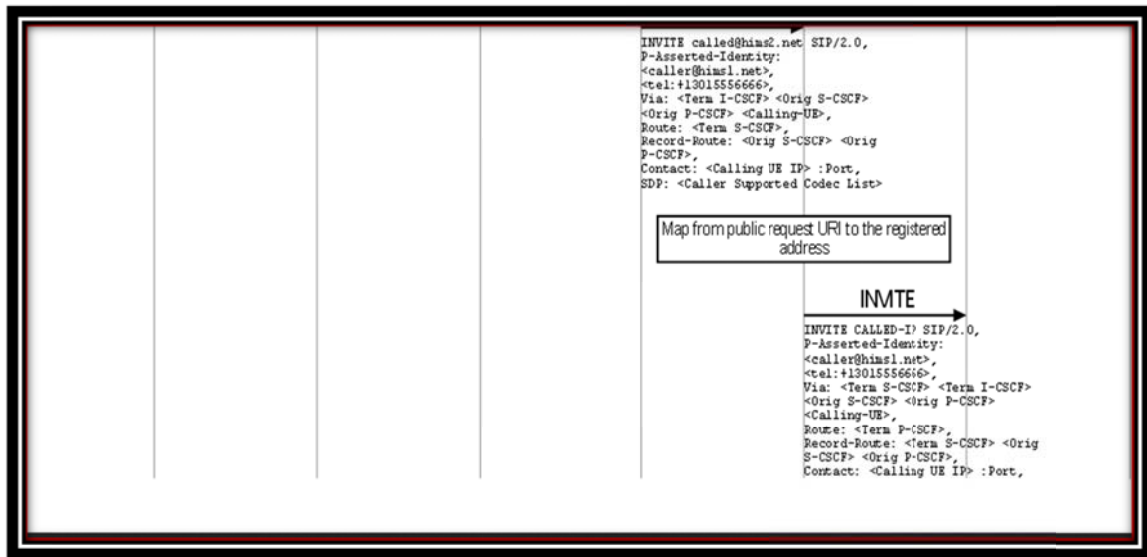
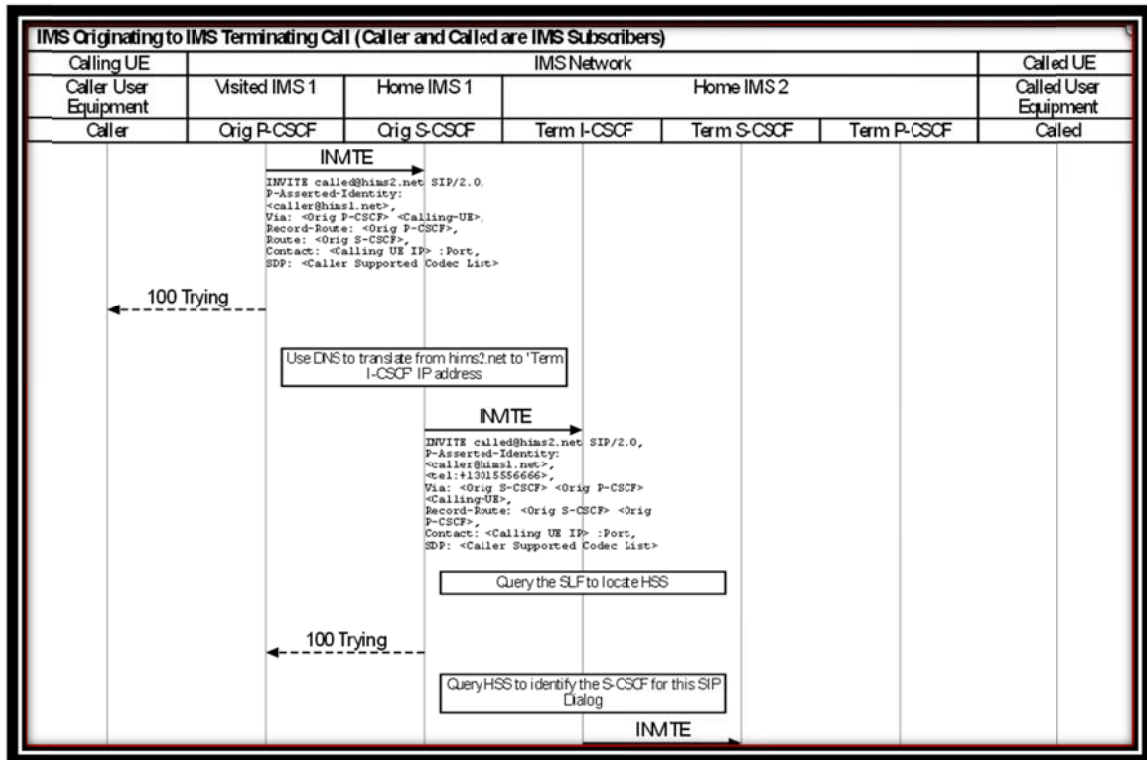
Εικόνα B. 12 Registration procedure

B.8. Call Flows

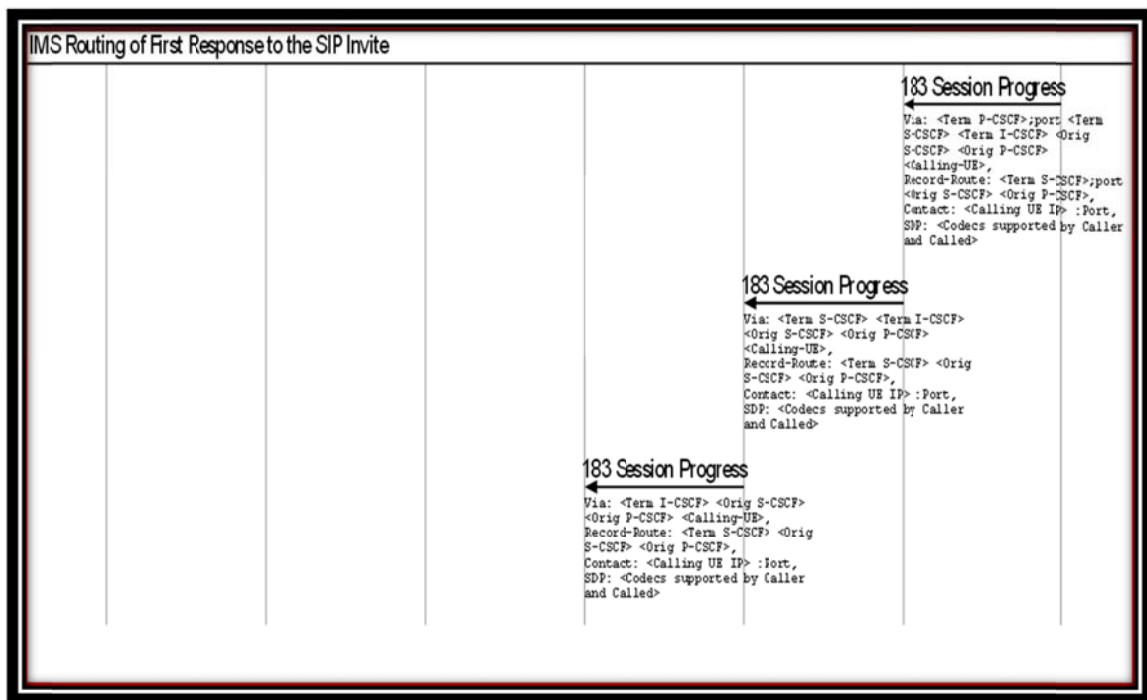
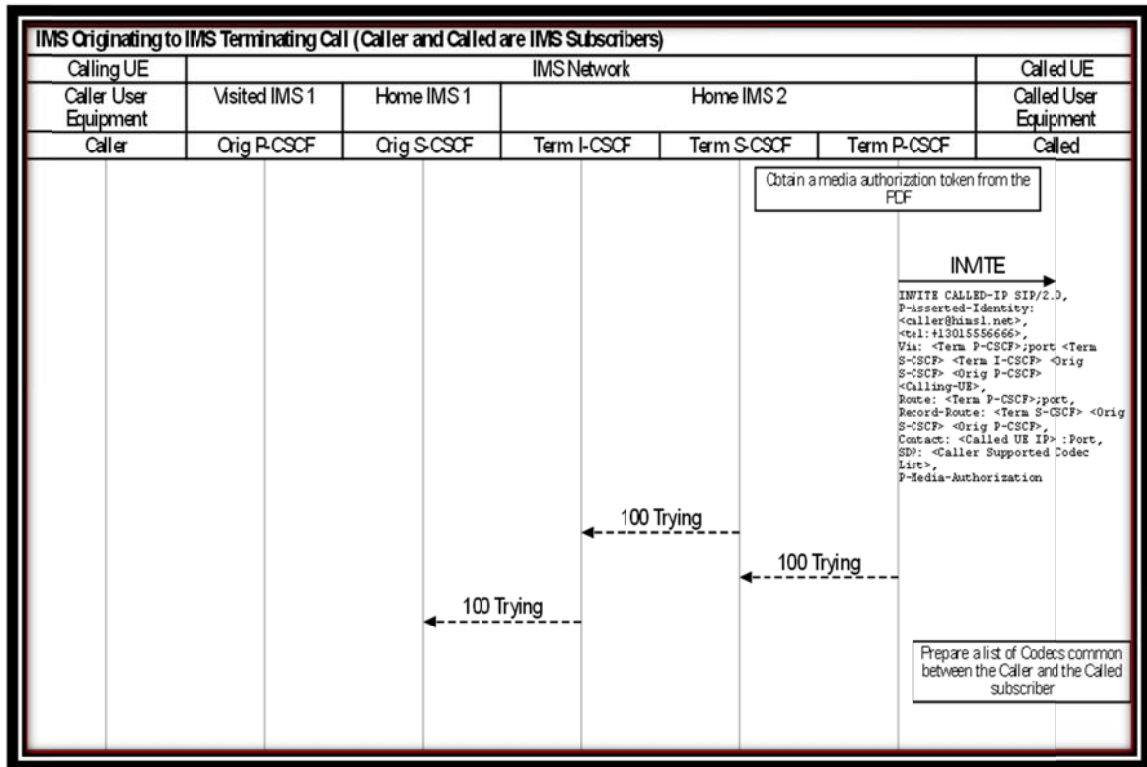
Κατά την διαδικασίες έναρξης και δρομολόγησης κλήσης λαμβάνουν χώρα οι παρακάτω διαδικασίες:



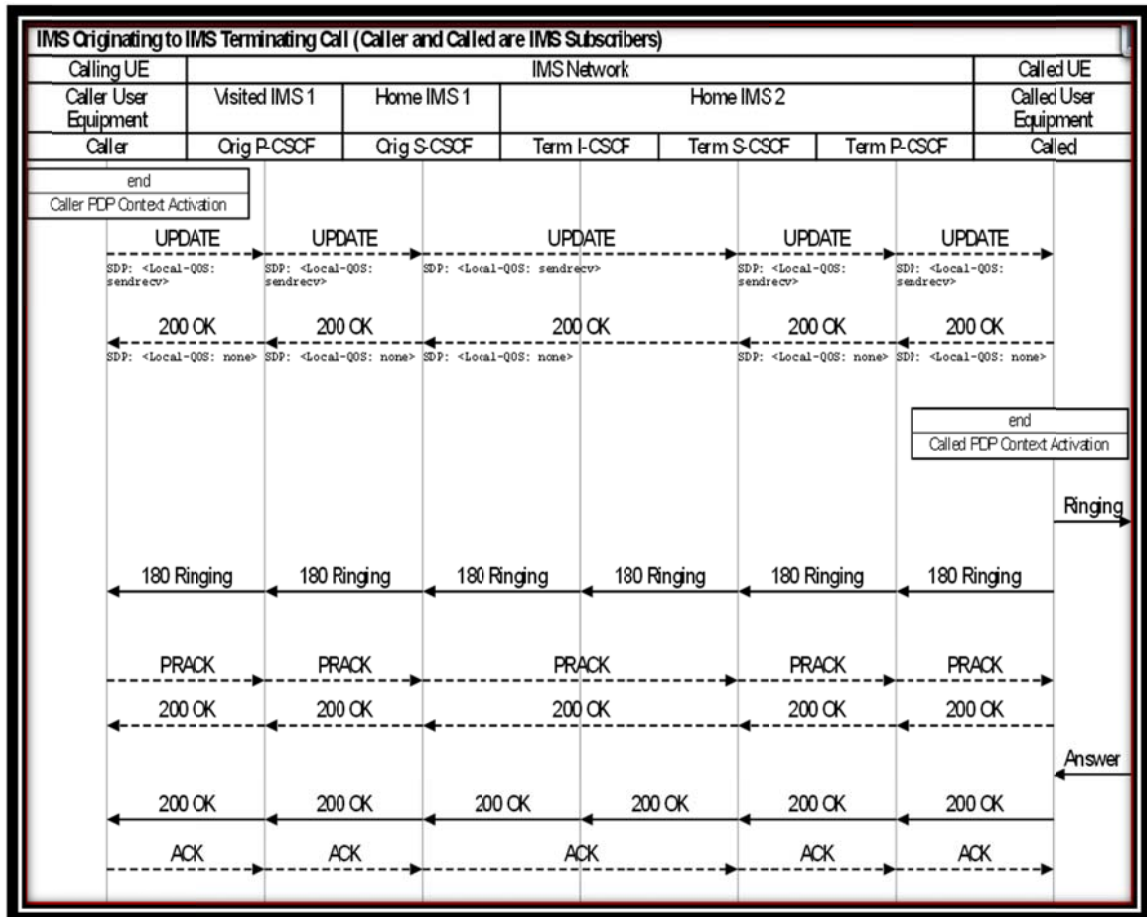
Εικόνα B.13. Call Flow1



Εικόνα Β.14 Call Flow 2



Εικόνα Β.15. Call Flow 3



Εικόνα Β.17. Call Flow 5

Συγκεκριμένα:

- Ο χρήστης του IMS συστήματος αρχικοποιεί την κλήση.
- Ο client που χρησιμοποιείται στέλνει την πρόσκληση για πραγματοποίηση κλήσης στον καλούμενο χρήστη. Το μήνυμα αυτό περιέχει Route εγγραφές για το τερματικό όπως και τη διεύθυνση του P-CSCF που προκύπτει από τη διαδικασία του registration αλλά και τη διεύθυνση του S-CSCF που έχει εξαχθεί από την επικεφαλίδα Service-Route κατά τη διάρκεια του μηνύματος 200 OK του registration.
- Ο P-CSCF επιβεβαιώνει ότι η συγκεκριμένη ταυτότητα έχει συνδεθεί και ρωτά το DNS ώστε να αποκτήσει την IP διεύθυνση του S-CSCF στο περιβάλλον του χρήστη που πραγματοποιεί την κλήση. Ακόμα αντικαθιστά την επικεφαλίδα Preferred identity με την Asserted identity, προωθεί το μήνυμα στον S-CSCF και προσθέτει μια Record-Route επικεφαλίδα με τη διεύθυνσή του.

- Το μήνυμα «100 Trying» ενημερώνει ότι η εγκατάσταση της κλήσης είναι σε εξέλιξη.
- Ο originating S-CSCF ρωτά το DNS για να αποκτήσει την IP διεύθυνση του I-CSCF που βρίσκεται στο περιβάλλον του καλούμενου χρήστη. Μετακινεί την επικεφαλίδα Route και προωθεί την αίτηση στον I-CSCF. Τέλος, προσθέτει το τηλέφωνο στην επικεφαλίδα P-Asserted identity και ανανεώνει με τη διεύθυνσή του στις επικεφαλίδες Via και Record-Route.
- Ο I-CSCF ρωτά την SLF (Subscription Location Function) σχετικά με την HSS η οποία χρειάζεται να ερωτηθεί, ο originating S-CSCF επιβεβαιώνει το INVITE request από τον originating P-CSCF και η HSS ερωτάται για τον terminating S-CSCF εξυπηρέτησης. Προστίθεται μια επικεφαλίδα Route για τον term S-CSCF, ανανεώνεται το πεδίο Via με τη διεύθυνση του term I-CSCF και το μήνυμα προωθείται στον term S-CSCF (πρώτος σταθμός στην επικεφαλίδα Route).
- Η δημόσια ταυτότητα του χρήστη που καλείται αντικαθίσταται από την IP διεύθυνσή του και τον αριθμό της πόρτας. Το μήνυμα δρομολογείται στον (term) P-CSCF που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διαδικασία registration του καλούμενου χρήστη. Επίσης ανανεώνονται οι επικεφαλίδες Via και Record-Route με τη διεύθυνση του Term S-CSCF.
- Στη συνέχεια ο terminating P-CSCF ζητά από τη PDF (Policy Decision Function) να δημιουργήσει μια συνάρτηση πιστοποίησης των media που υποστηρίζονται. Η συνάρτηση αυτή θα συμπεριληφθεί στο INVITE request προς τον καλούμενο χρήστη.
- Ο term P-CSCF ανανεώνει τις επικεφαλίδες Via και Record-Route με τη διεύθυνσή του και προωθεί το μήνυμα στην συσκευή του καλούμενου χρήστη.
- Η συσκευή του καλούμενου χρήστη απαντά με την σύνοδο να είναι σε εξέλιξη (183 Session Progress) και στο πεδίο Contact προσθέτει τη δική του IP address.
- Ο term P-CSCF αφαιρεί από την επικεφαλίδα Via την εγγραφή του και προωθεί το μήνυμα στον επόμενο κόμβο του Via header (term S-CSCF). Επιπλέον ο term P-CSCF αφαιρεί την πόρτα από την επικεφαλίδα Record-Route.
- Το 183 Session Progress μήνυμα ακολουθεί τη σειρά του αρχικού INVITE. Κάθε κόμβος αφαιρεί την εγγραφή του από την επικεφαλίδα Via και προωθεί το μήνυμα

στον επόμενο στη σειρά κόμβο χωρίς να επηρεάζεται η επικεφαλίδα Record-Route.

- Το `originating P-CSCF` ζητά από την PDF να δημιουργήσει μια συνάρτηση πιστοποίησης των media που υποστηρίζονται. Η συνάρτηση αυτή περιλαμβάνεται στο μήνυμα 183 Session Progress που στέλνεται στο `originating UE`.
- Επιπλέον ο `P-CSCF` ανανεώνει την επικεφαλίδα Record-Route με την προσθήκη της πόρτας που χρησιμοποιείται.
- Ο αποστολέας της κλήσης επιλέγει τον κώδικα που θα χρησιμοποιηθεί και στέλνει μήνυμα PRACK για να ενημερώσει τον καλούμενο χρήστη. Επιπλέον το μήνυμα αυτό περιέχει και τις απαιτήσεις που χρειάζεται να καλυφθούν για την εξασφάλιση του επιπέδου ποιότητας κατά τη διάρκεια της κλήσης.
- Τέλος ο καλούμενος χρήστης επιβεβαιώνει το μήνυμα PRACK με 200 OK και ακολουθεί η ανταλλαγή μηνυμάτων σχετικά με την ποιότητα υπηρεσίας.

Με την κάλυψη των παραπάνω απαιτήσεων, το τηλέφωνο του καλούμενου κτυπά και η κλήση απαντάται.

Ο Asterisk χρησιμοποιείται ως B2B ο application server (AS) ο οποίος επικοινωνεί με τον S-CSCF. Στην πρώτη περίπτωση (`originating network`) η κλήση δρομολογείται εσωτερικά στον Asterisk. Από τη στιγμή που θα φτάσει στον Asterisk Server, αναζητάται στο dialplan το context που εξυπηρετεί το `ims.telecom.ntua.gr` και το extension της κλήσης έτσι ώστε να βρεθούν τα βήματα που θα ακολουθηθούν για την εκτέλεσή της. Στη συνέχεια καλείται η εφαρμογή Dial προς τον καλούμενο χρήστη και δρομολογείται στο IMS, το οποίο αποτελεί και το `terminating network`. Σε αυτή την περίπτωση τα ifc κάνουν στη συνέχεια trigger τον application server και μετά η κλήση τερματίζεται στον καλούμενο.

Ο Asterisk, λόγω της διασύνδεσης με τον Openfire που αποτελεί XMPP server, έχει οριστεί να στέλνει άμεσο μήνυμα τόσο στον αποστολέα της κλήσης όσο και στον παραλήπτη της. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται και το πρωτόκολλο XMPP.

B.9. Εύρεση Θέσης

Για την εύρεση της θέσης, χρησιμοποιείται η μέθοδος εντοπισμού μέσω των Access Points που καλύπτουν τον χώρο του δεύτερου ορόφου της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών.

Κύριο ρόλο στην εφαρμογή που έχει αναπτυχθεί διαδραματίζει ο ελεγκτής Cisco Wireless Lan Controller (WLC), ο οποίος βρίσκεται στα νέα κτήρια Ηλεκτρολόγων και διαχειρίζεται τα 23 APs του κτηρίου.

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, εξετάζονται μόνο τα Access Points που ανήκουν στον δεύτερο όροφο του κτηρίου των Ηλεκτρολόγων.

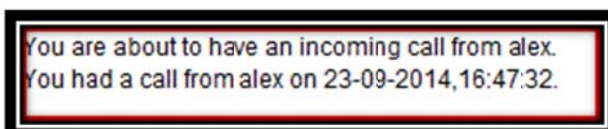
Συγκεκριμένα, όταν γίνεται μια νέα συσχέτιση μεταξύ ενός τερματικού (που χαρακτηρίζεται από την διεύθυνση MAC) και ενός Access Point, στέλνεται ένα μήνυμα SNMP TRAP στον ελεγκτή και τα δεδομένα προωθούνται και εισάγονται σε ένα αρχείο log στο μηχάνημα που είναι εγκατεστημένος ο Asterisk server.

Στο ίδιο μηχάνημα, έχει δημιουργηθεί μια βάση με όνομα location_service. Η συγκεκριμένη βάση, περιέχει έναν πίνακα associations στον οποίο εισάγονται οι συσχετίσεις μεταξύ τερματικών και APs, μόνο όμως αυτών που αντιπροσωπεύουν χρήστες του συστήματος. Για το λόγο αυτό συγκρίνεται κάθε φορά η MAC του χρήστη σε μια νέα συσχέτιση με αυτές που είναι αποθηκευμένες στον πίνακα users της ίδιας βάσης. Από τον πίνακα associations στη συνέχεια λαμβάνεται το όνομα του AP που εντόπισε τον χρήστη του μηνύματος. Το όνομα AP ταιριάζεται τέλος με το μήνυμα που εκφράζει τις υπηρεσίες που προσφέρονται στη συγκεκριμένη περιοχή, μέσω του πίνακα msgtable στην ίδια βάση δεδομένων. Το μήνυμα αυτό αποστέλλεται από τον της κλήσης.

B.10. Πείραμα-Demo

Η κλήση που πραγματοποιήθηκε, έλαβε χώρα μεταξύ των χρηστών alex και mary, οι οποίοι διαθέτουν λογαριασμούς στο `ims.telecom.ntua.gr`.

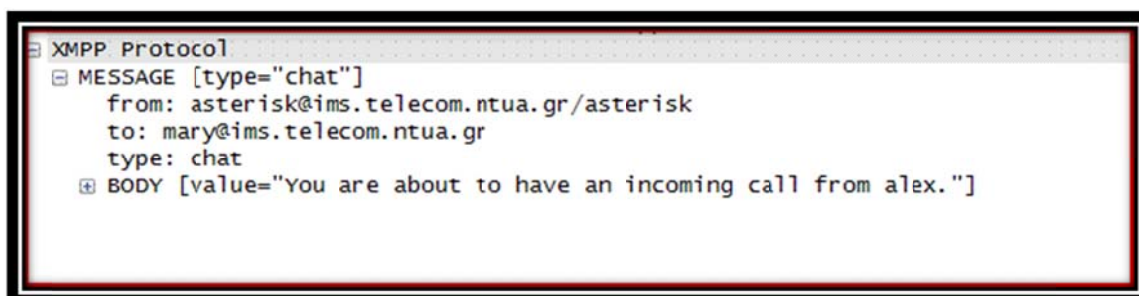
Τα screenshots από τη διενέργεια της κλήσης είναι:



You are about to have an incoming call from alex.
You had a call from alex on 23-09-2014,16:47:32.

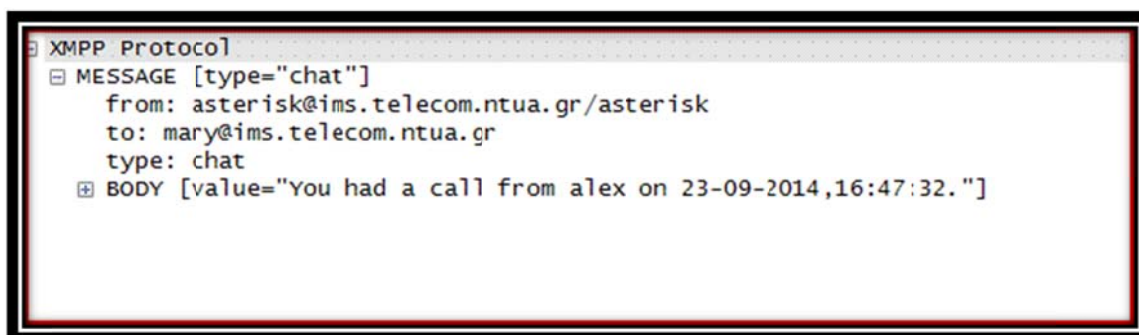
Εικόνα B.18. Ενημέρωση καλούμενου για την κλήση

Αντίστοιχα στο Wireshark :



```
XMPP Protocol
  MESSAGE [type="chat"]
    from: asterisk@ims.telecom.ntua.gr/asterisk
    to: mary@ims.telecom.ntua.gr
    type: chat
    BODY [value="You are about to have an incoming call from alex."]
```

Εικόνα B.19. Wireshark decrypt xmpp message 1



```
XMPP Protocol
  MESSAGE [type="chat"]
    from: asterisk@ims.telecom.ntua.gr/asterisk
    to: mary@ims.telecom.ntua.gr
    type: chat
    BODY [value="You had a call from alex on 23-09-2014,16:47:32."]
```

Εικόνα B.20 Wireshark decrypt xmpp message 2

Η εικόνα που λαμβάνει ο καλούμενος χρήστης είναι:

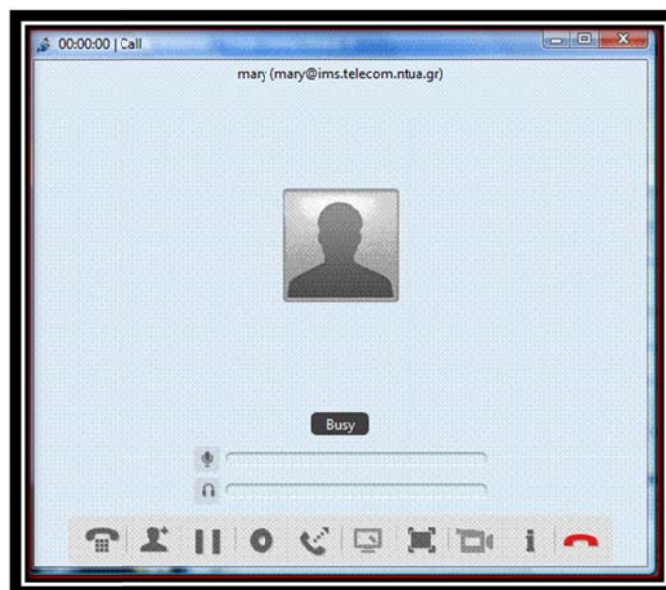


Εικόνα Β.21. Εικόνα του καλούντος στον καλούμενο

Ενώ η εικόνα στον χρήστη που πραγματοποιεί την κλήση είναι:



Εικόνα Β.22. Εικόνα από την πλευρά του καλούντος 1



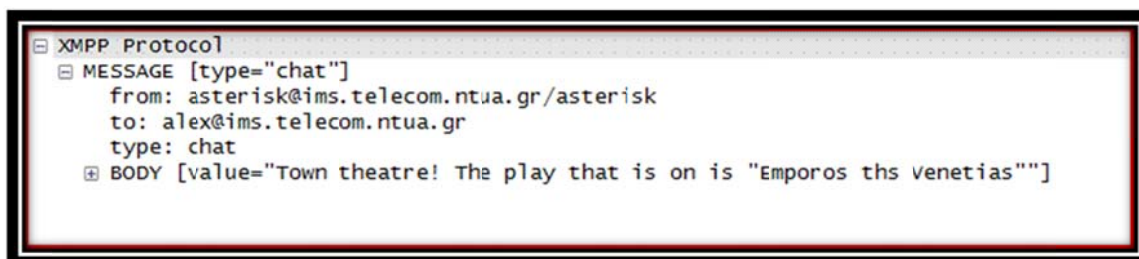
Εικόνα Β.23. Εικόνα από την πλευρά του καλούντος 2

Το μήνυμα που λαμβάνει ο χρήστης που πραγματοποιεί την κλήση αφορά σε δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή που βρίσκεται.



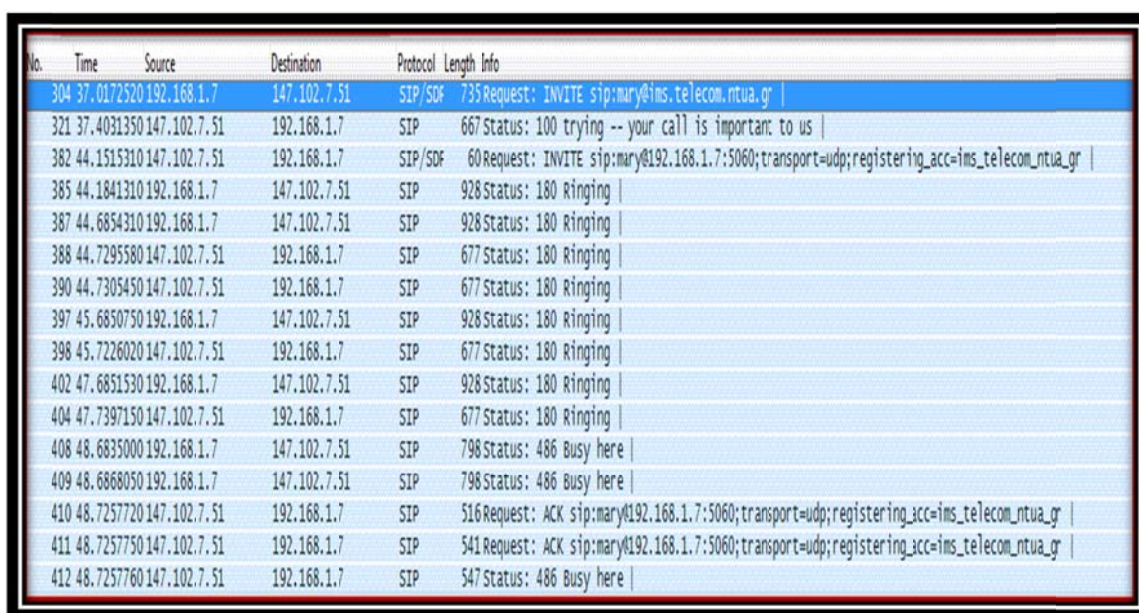
Εικόνα B.24. Το μήνυμα που λαμβάνει ο καλών

Αντίστοιχα στο Wireshark:



Εικόνα B.25. Wireshark decrypt xmpp message 3

Τέλος, η ακολουθία μηνυμάτων στο πρωτόκολλο SIP μέσω του Wireshark είναι:

A screenshot of the Wireshark interface showing a sequence of SIP messages. The messages are listed in a table with columns for No., Time, Source, Destination, Protocol, Length, and Info. The messages include INVITE, Ringing, Busy here, and ACK.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
304	37.0172520	192.168.1.7	147.102.7.51	SIP/SDF	735	Request: INVITE sip:mary@ims.telecom.ntua.gr
321	37.4031350	147.102.7.51	192.168.1.7	SIP	667	Status: 100 trying -- your call is important to us
382	44.1515310	147.102.7.51	192.168.1.7	SIP/SDF	60	Request: INVITE sip:mary@192.168.1.7:5060;transport=udp;registering_acc=ims_telecom_ntua_gr
385	44.1841310	192.168.1.7	147.102.7.51	SIP	928	Status: 180 Ringing
387	44.6854310	192.168.1.7	147.102.7.51	SIP	928	Status: 180 Ringing
388	44.7295580	147.102.7.51	192.168.1.7	SIP	677	Status: 180 Ringing
390	44.7305450	147.102.7.51	192.168.1.7	SIP	677	Status: 180 Ringing
397	45.6850750	192.168.1.7	147.102.7.51	SIP	928	Status: 180 Ringing
398	45.7226020	147.102.7.51	192.168.1.7	SIP	677	Status: 180 Ringing
402	47.6851530	192.168.1.7	147.102.7.51	SIP	928	Status: 180 Ringing
404	47.7397150	147.102.7.51	192.168.1.7	SIP	677	Status: 180 Ringing
408	48.6835000	192.168.1.7	147.102.7.51	SIP	798	Status: 486 Busy here
409	48.6868050	192.168.1.7	147.102.7.51	SIP	798	Status: 486 Busy here
410	48.7257720	147.102.7.51	192.168.1.7	SIP	516	Request: ACK sip:mary@192.168.1.7:5060;transport=udp;registering_acc=ims_telecom_ntua_gr
411	48.7257750	147.102.7.51	192.168.1.7	SIP	541	Request: ACK sip:mary@192.168.1.7:5060;transport=udp;registering_acc=ims_telecom_ntua_gr
412	48.7257760	147.102.7.51	192.168.1.7	SIP	547	Status: 486 Busy here

Εικόνα B.26. Ακολουθία SIP μηνυμάτων-Wireshark

Γ. Παράρτημα

Στο παράρτημα παρουσιάζονται οι παραμετροποιήσεις που έγιναν στα config του OpenIMS, Asterisk και Openfire αλλά και στο DNS.

Γ.1. OpenIMScore

Δημιουργήθηκαν δύο αρχεία shell για την εκκίνηση και τον τερματισμό των διαδικασιών ώστε να τεθεί το σύστημα σε εφαρμογή ή να τερματιστεί αντίστοιχα. Οι διαδικασίες αυτές αναφέρονται στον P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF αλλά και στη βάση δεδομένων του συστήματος.

Έναρξη διαδικασιών

```
#!/bin/bash

nohup /opt/OpenIMScore/pcscf.sh >
/opt/OpenIMScore/logs/pcscf-out.log &
echo $! > /opt/OpenIMScore/save_pids/save_pidp.txt

nohup /opt/OpenIMScore/icscf.sh >
/opt/OpenIMScore/logs/icscf-out.log &
echo $! > /opt/OpenIMScore/save_pids/save_pidi.txt

nohup /opt/OpenIMScore/scscf.sh >
/opt/OpenIMScore/logs/scscf-out.log &

echo $! > /opt/OpenIMScore/save_pids/save_pidsc.txt

cd /opt/OpenIMScore/FHoSS/deploy/

echo "Building Classpath"
CLASSPATH=$CLASSPATH:log4j.properties:.
for i in lib/*.jar; do CLASSPATH="$i":"$CLASSPATH"; done
echo "Classpath is $CLASSPATH."

# Start-up

$JAVA_HOME/bin/java -cp $CLASSPATH
de.fhg.fokus.hss.main.HSSContainer $1 $2 $3 $4 $5 $6 $7
$8 $9 # > /opt/OpenIMScore/logs/startbase-out.log &
```

Τερματισμός διαδικασιών

```
#!/bin/bash

killall /opt/OpenIMSCore/ser_ims/ser

foo=$(ps -ef | grep java-7-openjdk | head -n 1 | awk
{'print $2'})
kill -9 $foo

fool=$(ps -ef |grep -i 'pall_procs.sh'| head -n 1 | awk
{'print $2'})

kill -9 $fool

rm -f /opt/OpenIMSCore/logs/pcscf-out.log

rm -f /opt/OpenIMSCore/logs/icscf-out.log

rm -f /opt/OpenIMSCore/logs/scscf-out.log
```

Επιπλέον, για κάθε χρήστη του OpenIMSCore καθορίστηκε ο MD5 ως ο επιλεγμένος αλγόριθμος πιστοποίησης. Η αλλαγή έγινε μέσω του web interface στη διεύθυνση 147.102.7.51/8080.

Γ.2. Asterisk

Στο sip.conf καθορίστηκαν τα στοιχεία του OpenIMSCore μαζί με κάποιες βασικές ρυθμίσεις-αρχικοποιήσεις του Asterisk για επικοινωνία μέσω του sip πρωτοκόλλου.

Βασικές ρυθμίσεις

```
[general]
context=default                ; Default context for
;incoming calls
bindport=5060                  ; UDP Port to bind to
;(SIP standard port is 5060)
                               ; bindport is the local
;UDP port that Asterisk will listen on
bindaddr=147.102.7.11         ; IP address to bind to
;(0.0.0.0 binds to all)
srvlookup=yes                 ; Enable DNS SRV lookups
;on outbound calls
                               ; SIP compatibility
;(defaults to "no")
defaultexpiry=120             ; Default length of
;incoming/outgoing registration
disallow=all                   ; First disallow all
;codecs
;allow=ilbc
allow=alaw                     ; Allow codecs in order
;of preference
allow=ulaw
allow=h263p
allow=h263
allow=h264
language=en                    ; Default language
setting for all users/peers
;rtptimeout=60                ; Terminate call if 60
;seconds of no RTP activity
useragent=CN Lab Location-SRV Asterisk ;
;Allows you to change the user agent string
dtmfmode=rfc2833              ; Set default dtmfmode for
;sending DTMF. Default: rfc2833
videosupport=yes
```

OpenIMScore as peer

```
[ims.telecom.ntua.gr]
type=peer
host=147.102.7.51
nat=no
context=users
fromdomain=ims.telecom.ntua.gr
qualify=yes
port=6060
auth=md5
;trustrid=yes
;dtmfmode=rfc2833
canreinvite=no
insecure=invite,port
```

Στο `extensions.conf` καθορίστηκε ο τρόπος αντιμετώπισης μια κλήσης από έναν χρήστη του συστήματος σε έναν άλλο. Συγκεκριμένα έχει καθοριστεί να στέλνεται αρχικά ένα μήνυμα στον παραλήπτη της κλήσης για την επικείμενη κλήση. Ταυτόχρονα ο αποστολέας της κλήσης, εφόσον είναι χρήστης του συστήματος, εντοπίζεται μέσω εφαρμογής με τη βοήθεια της MAC διεύθυνσής του. Ο εντοπισμός του χρήστη αναφέρεται στο Access Point με το οποίο αυτός συνδέθηκε όταν εισήλθε στο χώρο που πραγματοποίησε την κλήση. Τέλος, το AP με το οποίο συνδέθηκε ο χρήστης συνδέεται μέσω του πίνακα `msgtable` με το μήνυμα που αφορά στις υπηρεσίες που προσφέρονται στο συγκεκριμένο σημείο. Το μήνυμα αυτό αποστέλεται στον αποστολέα της κλήσης ενώ ο παραλήπτης της κλήσης δέχεται και ένα δεύτερο μήνυμα με την ώρα και ημερομηνία της κλήσης.

Σημείωση: Θεωρήθηκε ότι τα APs αποτελούν σημεία ενδιαφέροντος στα όρια μιας πόλης.

Βήματα εκτέλεσης της κλήσης


```

[users]
exten => _[a-
z] .,1,JabberSend(asterisk,${EXTEN}@ims.telecom.ntua.gr,
You are about to have an incoming call from
${CALLERID(name)}.)
exten => _[a-z] .,n,Wait(2)
exten => _[a-
z] .,n,Dial(SIP/${EXTEN}@ims.telecom.ntua.gr,20)
exten => _[a-z] .,n,Wait(5)
exten => _[a-z] .,n,MYSQL(Connect connid localhost root
LOC-s3rv1c3 location_service)
exten => _[a-z] .,n,MYSQL(Query resultid ${connid}
SELECT mac FROM users WHERE username =
'${CALLERID(name)}')
exten => _[a-z] .,n(repeat),MYSQL(Fetch fetchid
${resultid} mac)
exten => _[a-z] .,n,GotoIf("${fetchid}" = "0"?end)
exten => _[a-z] .,n,MYSQL(Query resultid1 ${connid}
SELECT ap_name from associations WHERE user_mac=
'${mac}')
exten => _[a-z] .,n,MYSQL(Fetch fetchid1 ${resultid1}
AP)
exten => _[a-z] .,n,GotoIf("${fetchid1}" =
"0"?repeat)
exten => _[a-z] .,n,MYSQL(Query resultid2 ${connid}
SELECT msg from msgtable WHERE place='${AP}')
exten => _[a-z] .,n,MYSQL(Fetch fetchid2 ${resultid2}
msgAP)
exten => _[a-z] .,n,GotoIf("${fetchid2}" =
"0"?repeat)
exten => _[a-
z] .,n,JabberSend(asterisk,${CALLERID(name)}@ims.telecom.n
tua.gr, ${msgAP})
exten => _[a-
z] .,n,JabberSend(asterisk,${EXTEN}@ims.telecom.ntua.gr,
You had a call from ${CALLERID(name)} on
${STRFTIME(${EPOCH},,%d-%m-%C%y,%T)}.)
exten => _[a-z] .,n(end),MYSQL(Clear ${resultid})
exten => _[a-z] .,n,MYSQL(Clear ${resultid1})
exten => _[a-z] .,n,MYSQL(Clear ${resultid2})
exten => _[a-z] .,n,MYSQL(Disconnect ${connid})

```

Msg Table

```

| id | msg
| place | descr
|
+-----+-----+
+-----+-----+
+-----+-----+
| 1 | Town cinema! Such good movies to choose from, most
popular this week: Transformers4: Age of
Extinction/Fedora/The Homesman | AP-02-01
| 00:16:c8:81:a9:b2;147.102.225.5;802.11b/g;Second_Floor
|
| 5 | Town theatre! The play that is on is "Emporos ths
Venetias"
| AP-02-04 |
00:16:c8:81:9d:e2;147.102.225.18;802.11b/g;Second_Floor |
| 3 | Town coffee place!Happy hour every day from 16:00
to 21:00 pm. | AP-02-02 |
00:1d:a1:cf:b4:e4;147.102.225.13;802.11b/g;Second_Floor |
| 4 | Town bookstore! Great variety of every kind of
books, study place and long opening hours, until early
morning.You can try it, once. | AP-02-03 |
00:16:c8:81:9d:e0;147.102.225.2;802.11b/g;Second_Floor |
| 6 | Town sports stadium! Athletic games,music concerts
and performances.Get a 20 percent discount if you buy
early your pass. | AP-02-05 |
00:1d:a1:cf:b4:f0;147.102.225.3;802.11b/g;Second_Floor |

```

Γ.3. Openfire

Για την αποστολή των μηνυμάτων, ο Asterisk χρειάζεται έναν XMPP server. Ο Openfire αποτελεί τον XMPP server, που συνδέθηκε με τον Asterisk για την αποστολή των instant messages μέσω του πρωτοκόλλου XMPP.

Από την πλευρά του Asterisk, το σημείο που έχει εγκατασταθεί το Openfire δηλώνεται στο αρχείο jabber.conf. Σε αυτό δηλώνονται επίσης το username του asterisk στον XMPP server, η πόρτα σύνδεσης και οι χρήστες στους οποίους επιτρέπεται η ανταλλαγή instant μηνυμάτων. Επιπλέον, έπρεπε να ανανεωθεί και το περιεχόμενο του manager.conf.

Jabber.conf

```
[general]
debug=yes ;;Turn on
;debugging by default.
autoprune=no ;;Auto remove
;users from buddy list. Depending on your
;setup (ie,
;using your personal Gtalk account for a test)
;you might lose
;your contacts list. Default is 'no'.
autoregister=yes ;;Auto register
;users from buddy list.

[asterisk] ;;label

type=client ;;Client or
;Component connection
serverhost=ims.telecom.ntua.gr ;;Route
;to server for example,
;talk.google.com
username=asterisk@ims.telecom.ntua.gr ;;Username with
;optional resource.
secret=asterisk ;;Password
priority=1 ;;Resource
priority
port=5222 ;;Port to use
defaults to 5222
usetls=yes ;;Use tls or not
usesasl=yes ;;Use sasl or not
;buddy=mogorman@astjab.org
buddy=dimitra@ims.telecom.ntua.gr ;;Manual
addition of buddy to list.
buddy=alex@ims.telecom.ntua.gr
buddy=mary@ims.telecom.ntua.gr
buddy=spud@ims.telecom.ntua.gr
status=available ;;One of: chat,
;available, away,
; ; xaway, or
;dnd
statusmessage="Hello from Asterisk" ;;Have
;custom status message for
; ; Asterisk.

timeout=100 ;;Timeout on the
;message stack.
```

Manager.conf

```
;
; Asterisk Call Management support
;
; By default asterisk will listen on localhost only.

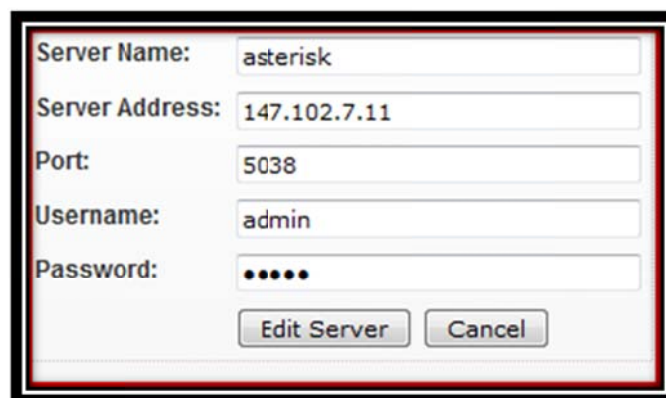
[general]

enabled = yes
port = 5038
bindaddr = 147.102.7.11
permit=147.102.7.0/255.255.255.0
; No access is allowed by default.
; To set a password, create a file in
/etc/asterisk/manager.d
; use creative permission games to allow other services
to create their own
; files
#include "manager.d/*.conf"

[admin]

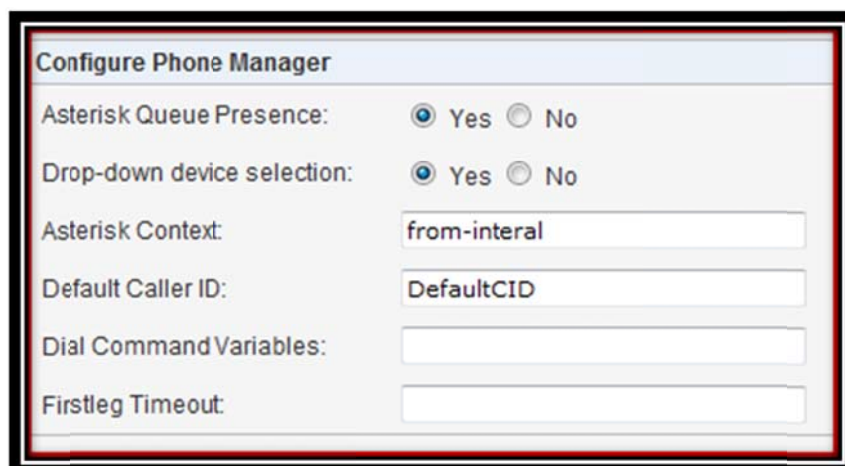
secret = admin
#deny=0.0.0.0/0.0.0.0
#permit=147.102.7.0/255.255.255.0
#permit=147.102.40.0/255.255.255.0
read =
system,call,log,verbose,command,agent,user,originate
write =
system,call,log,verbose,command,agent,user,originate
```

Από την πλευρά του Openfire, η ενσωμάτωση του Asterisk έγινε μέσω του web-interface στη διεύθυνση 147.102.7.51/9090 αφού πρώτα έγινε η εγκατάσταση του αντίστοιχου plugin.



Server Name:	asterisk
Server Address:	147.102.7.11
Port:	5038
Username:	admin
Password:
<input type="button" value="Edit Server"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

Εικόνα Γ.1. Asterisk @ Openfire 1



Configure Phone Manager

Asterisk Queue Presence: Yes No

Drop-down device selection: Yes No

Asterisk Context:

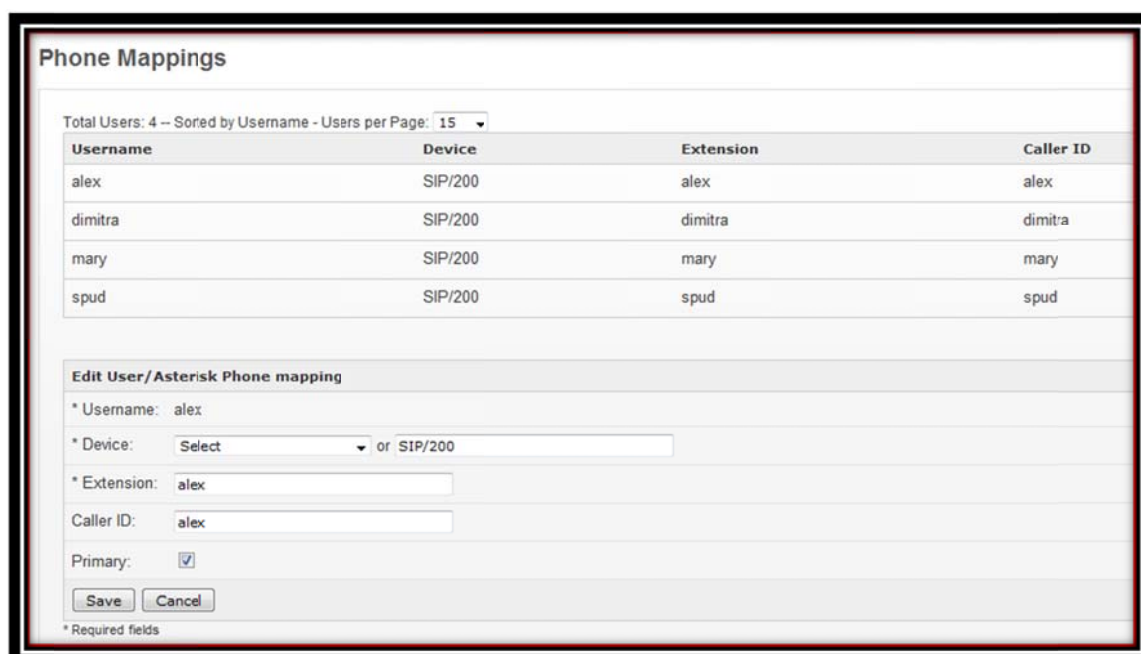
Default Caller ID:

Dial Command Variables:

Firstleg Timeout:

Εικόνα Γ.2. Asterisk @ Openfire 2

Τέλος, έγινε η εισαγωγή των χρηστών του συστήματος OpenIMS.



Phone Mappings

Total Users: 4 – Sorted by Username - Users per Page: 15

Username	Device	Extension	Caller ID
alex	SIP/200	alex	alex
dimitra	SIP/200	dimitra	dimitra
mary	SIP/200	mary	mary
spud	SIP/200	spud	spud

Edit User/Asterisk Phone mapping

* Username: alex

* Device: or SIP/200

* Extension:

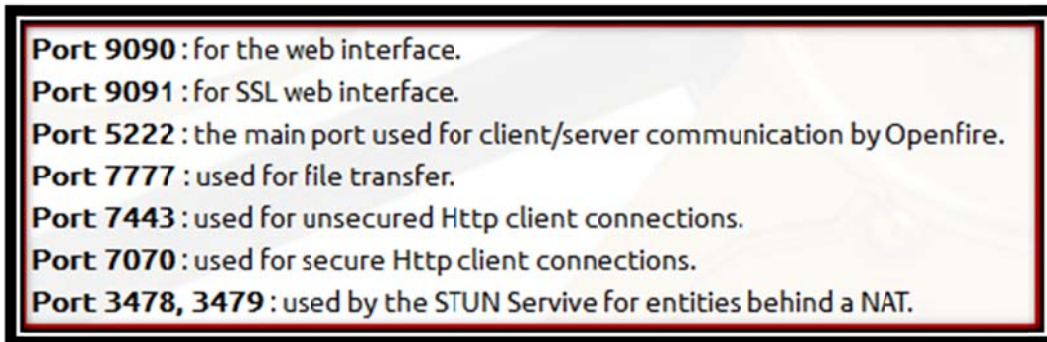
Caller ID:

Primary:

* Required fields

Εικόνα Γ.3. Users@ Openfire

Η εγκατάσταση του Openfire έγινε στο `ims.telecom.ntua.gr`. Για την εγκατάστασή του, χρειάστηκε να ανοικτούν κάποιες πόρτες για τη εύρυθμη λειτουργία του.



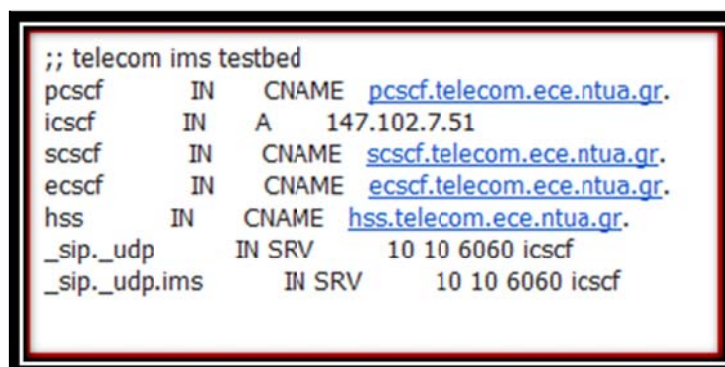
Εικόνα Γ.4. Openfire ports

Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκε η εντολή:

```
sudo ufw allow port/tcp
```

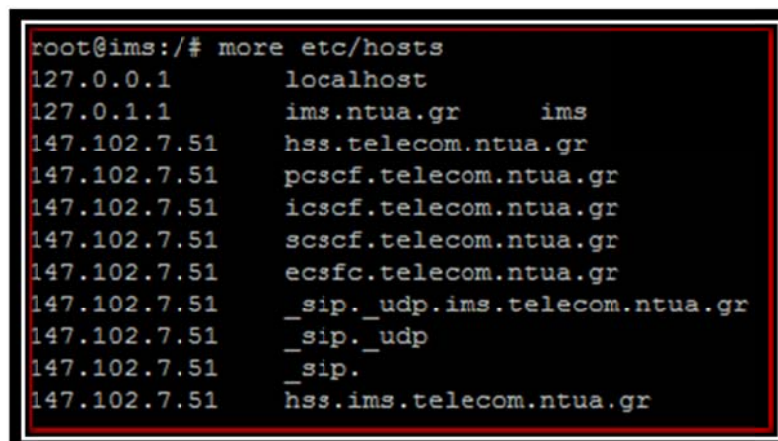
Γ.4. DNS

Οι αλλαγές στο DNS (ζώνη του telecom.ntua.gr) είναι:



Εικόνα Γ.5. DNS

Ενώ στο OpenIMScore είναι:



Εικόνα Γ.6. Hosts @ OpenIMS

Μελλοντικές Προεκτάσεις

Η παρούσα εργασία, αποτελεί τη βάση ενός IMS συστήματος, το οποίο ενισχύθηκε τόσο για την παροχή κλήσεων όσο και για τη λήψη άμεσων μηνυμάτων μέσω πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται στο διαδίκτυο. Η περαιτέρω ανάπτυξη αυτού του συστήματος, με την ενσωμάτωση και υποστήριξη νέων λειτουργιών και την αναλυτική μελέτη και άλλων πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία του (πχ Diameter) αποτελούν πιθανές μελλοντικές προεκτάσεις του.

Προς αυτήν την κατεύθυνση, τόσο ο ευρύτερος κλάδος της τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP) όσο και κατ'επέκταση ο κλάδος της τηλεφωνίας, αναπτύσσονται και ανανεώνονται συνεχώς σύμφωνα με τις εξελίξεις της τεχνολογίας. Ήδη νέες ταχύτητες επιτυγχάνονται στα εργαστήρια τόσο με χάλκινα καλώδια (πρόσφατα έφτασαν τα 10Gbps) όσο και με οπτικές ίνες που έχουν ως αποτέλεσμα την προσφορά ταχύτερης πρόσβασης στο διαδίκτυο από τους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους. Εκεί, το πρωτόκολλο SIP αναμένεται να αποτελεί το κύριο πρωτόκολλο σηματοδότησης, το οποίο μπορεί να διαχειρίζεται επιπλέον συσκευές μη φωνής και video που συνδέονται με το PSTN. Τέλος, η ανάπτυξη συστημάτων όπως το WebRTC, το οποίο μπορεί να υποστηρίξει IMS λειτουργίες μέσω περιηγητή (browser), όπως και η συνεργασία με την τεχνολογία cloud computing μπορούν να βελτιώσουν ακόμα περισσότερο την εμπειρία του χρήστη, διευκολύνοντας την επικοινωνία που αναπτύσσει, η οποία μπορεί να πραγματοποιείται άμεσα, χωρίς να χρειάζονται εγκαταστάσεις προγραμμάτων και δημιουργία νέων λογαριασμών (χρήση JavaScript, HTML5 κ.α).

Βιβλιογραφία

<http://issuu.com/chtsitos/docs/0bd974756da8> 13

<http://galaxy.hua.gr/~thkam/Courses/slides intro to comm.pdf>

http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_telecommunication

<https://www.ote.gr/web/guest/corporate/company/museum/history-of-telecommunications>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Diameter %28protocol%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Diameter_%28protocol%29)
[http://en.wikipedia.org/wiki/IP Multimedia Subsystem](http://en.wikipedia.org/wiki/IP_Multimedia_Subsystem)
[http://en.wikipedia.org/wiki/Asterisk %28PBX%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Asterisk_%28PBX%29)
<http://www.asterisk.name/dial.html>
<http://www.asterisk.org/get-started>
[http://asteriskdocs.org/en/3rd Edition/asterisk-book-html-chunk/asterisk-DP-Basics-SECT-1.html](http://asteriskdocs.org/en/3rd_Edition/asterisk-book-html-chunk/asterisk-DP-Basics-SECT-1.html)
[http://asteriskdocs.org/en/3rd Edition/asterisk-book-html-chunk/asterisk-DP-Basics-SECT-1.html](http://asteriskdocs.org/en/3rd_Edition/asterisk-book-html-chunk/asterisk-DP-Basics-SECT-1.html)
<http://www.voip-info.org/wiki/view/Asterisk+config+sip.conf>
<http://en.wikipedia.org/wiki/Openfire>
<http://www.javacodegeeks.com/2010/08/openfire-server-installation.html>
<http://www.thefanclub.co.za/how-to/how-setup-im-voip-server-using-openfire-ubuntu-1204>
<http://pbxinaflash.com/community/index.php?threads/how-to-install-openfire-and-asterisk-im-on-pbxaf-1-3.3156/>
[http://www.asteriskdocs.org/en/3rd Edition/asterisk-book-html-chunk/ExternalServices_id286789.html](http://www.asteriskdocs.org/en/3rd_Edition/asterisk-book-html-chunk/ExternalServices_id286789.html)
<http://en.wikipedia.org/wiki/Jitsi>
<http://network-technologies.metaswitch.com/download/sessionbordercontroller.pdf>
[http://en.wikipedia.org/wiki/Call Admission Control](http://en.wikipedia.org/wiki/Call_Admission_Control)
<http://www.voip-info.org/wiki/view/WebRTC>
norton.com/voip-security-a-primer/article
<http://blog.tmcnet.com/blog/rich-tehrani/unified-communications/whats-the-future-of-sip-trunking-iot-cloud-and-webrtc.html>
<http://michanikos-online.gr/news.php?aID=12779>