

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Τμήμα Διδακτικής της Τεχνολογίας και Ψηφιακών Συστημάτων

*Ανάπτυξη εφαρμογών τηλεδιάσκεψης στην
πλατφόρμα Asterisk*

Κωνσταντίνος Ι. Τσίντζηρας

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μάιος 2008

Περίληψη

Το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας αφορά στην υλοποίηση και στην ανάλυση εφαρμογών τηλεδιάσκεψης, αλλά και άλλων με την πλατφόρμα ελεύθερου λογισμικού Asterisk.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας, θα ασχοληθούμε με την τεχνολογία VoIP, την ιστορία της καθώς και τις απαιτήσεις για την πραγματοποίηση κλήσεων μέσω VoIP. Επίσης θα αναφερθούμε στα πρωτόκολλα και στα codecs που χρησιμοποιούνται. Τέλος θα γίνει αναφορά στα προβλήματα και στους κυριότερους περιορισμούς που επιβάλλει η τεχνολογία VoIP.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα προχωρήσουμε σε αναλυτική περιγραφή του Asterisk PBX. Σε πρώτο στάδιο θα επικεντρωθούμε στην ιστορία ανάπτυξης του συστήματος, αλλά και στα κύρια πλεονεκτήματα του που το οδήγησαν στην καταξίωση και την καθιέρωση. Στην συνέχεια του κεφαλαίου, θα προχωρήσουμε στην ανάλυση της αρχιτεκτονικής του Asterisk και θα προχωρήσουμε σε σύγκριση με αυτή των υπαρχόντων, συμβατικών συστημάτων PBX. Τέλος το δεύτερο αυτό κεφάλαιο κλείνει με την παράθεση των παρερχομένων λειτουργιών του συστήματος και με την παρουσίαση ορισμένων βασικών σεναρίων χρήσης.

Στο επόμενο κεφάλαιο της εργασίας θα προχωρήσουμε στην παρουσίαση των βασικών χρησιμοποιούμενων πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται από τα VoIP συστήματα. συγκεκριμένα θα αναφερθούμε στα πρωτόκολλα SIP, H.323 και IAX. Μεγαλύτερη βαρύτητα θα δοθεί στα δύο πρώτα, όπου και θα αναφερθούμε στην παράλληλη χρησιμοποίησή τους. Στο σημείο αυτό να αναφέρουμε πως αν και γράφουμε απλά το πρωτόκολλο ως IAX, στην ουσία αναφερόμαστε στο IAX2 το οποίο αποτελεί εξέλιξη του αρχικού IAX και έχει γνωρίσει τέτοια αποδοχή που ουσιαστικά έχει αντικαταστήσει το πρώτο πλήρως και έτσι αναφέρεται καθολικά απλά ως IAX.

Στο τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας αυτής, θα μιλήσουμε για τον τρόπο διαμόρφωσης του Asterisk προκειμένου να καταστεί λειτουργικός. Θα μιλήσουμε για όλα τα αρχεία που πρέπει να τροποποιηθούν και με ποιο τρόπο γίνεται αυτό. Θα ασχοληθούμε επίσης με την διαμόρφωση των χρηστών του συστήματος. Στην παρούσα εργασία οι χρήστες θα χρησιμοποιούν softphones από αυτά που υπάρχουν

διαθέσιμα στο διαδίκτυο, των οποίων θα παρουσιάσουμε τον τρόπο παραμετροποίησης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με το πλέον ίσως σημαντικό κομμάτι του Asterisk, με το Dialplan. Θα ασχοληθούμε με την δομή του, αλλά και με όλες τις απαραίτητες ρυθμίσεις που πρέπει να γίνουν προκειμένου το σύστημα να λειτουργεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του χρήστη.

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε και θα αναλύσουμε τις εφαρμογές που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της εργασίας.

Στο τέλος της εργασίας θα υπάρχει το παράρτημα στο οποίο θα παρουσιάσουμε συγκεντρωτικά το σύνολο των εντολών που χρησιμοποιήσαμε σε κάθε αρχείο του Asterisk

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	2
Πίνακας περιεχομένων	4
Πίνακας Εικόνων.....	7
1. Η τεχνολογία VoIP.....	9
1.1 Τι είναι VoIP	9
1.2 Η λειτουργία του VoIP.....	10
1.2.1 Βασικές αρχές	10
1.2.2 Απαιτήσεις για μία VoIP κλήση.....	11
1.3 Χρησιμοποίηση του VoIP και προϊστορία.....	12
1.4 Τεχνολογίες, πρότυπα και προκλήσεις.....	14
1.4.1 Πρωτόκολλα.....	15
1.4.2 Codecs	16
1.4.3 Προβλήματα στις υλοποιήσεις VoIP	16
2. Εισαγωγή στον Asterisk.....	18
2.1 Τι είναι ο Asterisk	18
2.2 Η εμπλοκή της Digium στο πρόγραμμα Asterisk	20
2.3 Το πρόγραμμα Zapata και η σχέση του με τον Asterisk	21
2.4 Γιατί να χρησιμοποιήσει κάποιος τον Asterisk.....	21
2.4.1 Μείωση κόστους	22
2.4.2 Ευελιξία στην χρήση του τηλεφωνικού συστήματος.....	22
2.4.3 Πλατφόρμα γρήγορα και εύκολα αναπτυσσόμενη.....	23
2.4.4 Ενσωματωμένα χαρακτηριστικά.....	23
2.4.5 Ισχυρό και ευέλικτο Dialplan.....	23
2.4.6 Υποστήριξη του Asterisk	23
2.4.7 Αντιμετώπιση των εγγενών αδυναμιών	24
2.5 Η αρχιτεκτονική του Asterisk	25
2.5.1 Ο πυρήνας του Asterisk.....	25
2.5.2 APIs Φόρτωσης Modules.....	26
2.6 Επισκόπηση λειτουργίας του Asterisk.....	30
2.7 Διαφορές ανάμεσα στα παλαιά συστήματα και στον Asterisk	30

2.8 Σενάρια χρήσης	32
2.8.1 IP PBX.....	32
2.8.2 IP PBX παράλληλα με υπάρχον PBX.....	33
2.8.3 Μηδενικής χρέωσης	33
2.8.4 Σαν Server εφαρμογών (IVR, Conference, Voicemail).....	34
2.8.5 Media Gateway	35
2.8.6 Πλατφόρμα τηλεφωνικού κέντρου.....	36
2.9 Δυνατότητες και λειτουργίες του Asterisk.....	37
3. Βασικά χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα	40
3.1 SIP	40
3.2 H.323	42
3.3 Συνεργασία SIP – H.323	44
3.4 IAX.....	46
4. Διαμόρφωση του Asterisk.....	48
4.2 Το PBX σύστημα	48
4.2.1 sip.conf.....	48
4.2.2 iax.conf.....	52
4.2.3 Διαμόρφωση προγραμμάτων χρηστών	53
4.2.4 Διαμόρφωση του x-lite.....	53
4.2.5 IAX Softphone	56
4.2.6 extensions.conf.....	57
5. Το Dialplan του Asterisk.....	61
5.1 Δομή	61
5.1.1 Contexts.....	61
5.1.2 Context [general].....	62
5.1.3 Context [globals].....	62
5.2 Extensions	63
5.3 Προτεραιότητες.....	64
5.4 Εφαρμογές.....	65
6. Εφαρμογές στον Asterisk.....	70
6.1 Blacklist.....	70
6.2 3-way συνομιλία.....	73
6.3 Τηλεδιάσκεψη με το MeetMe().....	74
6.3.1 Δωμάτια τηλεδιάσκεψης (meetme.conf).....	75

6.3.2 Η εφαρμογή MeetMe()	75
6.4 Pickup Call	78
6.5 Χειρισμός Ουρών Αναμονής	80
6.6 Αναπαραγωγή Μουσικής στην Αναμονή	82
6.7 Video Κλήση	85
Παράρτημα	90
Βιβλιογραφία	94

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΔΑΛΙΑΣ

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Κλήση μέσω του PSTN δικτύου.....	9
Εικόνα 2 Αναλογικό και ψηφιακό σήμα (VoIP Primer: Introduction to VoIP).....	11
Εικόνα 3 Η αρχιτεκτονική του Asterisk (Configuration Guide For Asterisk PBX)	25
Εικόνα 4 Επισκόπηση του Asterisk (Configuration Guide For Asterisk PBX).....	30
Εικόνα 5 Μοντέλο παραδοσιακού PBX συστήματος (Configuration Guide For Asterisk PBX)	31
Εικόνα 6 Τηλεφωνία με την χρήση του Asterisk (Configuration Guide For Asterisk PBX).....	31
Εικόνα 7 PBX σύστημα στηριζόμενο στο IP (Configuration Guide For Asterisk PBX)	32
Εικόνα 8 Ενσωμάτωση Asterisk σε υπάρχον PBX (Configuration Guide For Asterisk PBX).....	33
Εικόνα 9 PBX μηδενικής χρέωσης (Configuration Guide For Asterisk PBX).....	34
Εικόνα 10 Ο Asterisk σαν server εφαρμογών (Configuration Guide For Asterisk PBX)	35
Εικόνα 11 Ο Asterisk Media Gateway (Configuration Guide For Asterisk PBX)	35
Εικόνα 12 Ο Asterisk πλατφόρμα τηλεφωνικού κέντρου (Configuration Guide For Asterisk PBX)	36
Εικόνα 13 Σηματοδοσία SIP	40
Εικόνα 14 Αναπαράσταση SIP κλήσης (An overview of H.323 – SIP Interworking)	42
Εικόνα 15 Κλήση με H.323 (An overview of H.323 – SIP Interworking)	44
Εικόνα 16 Κλήση από H.323 προς SIP (An overview of H.323 – SIP Interworking).....	45
Εικόνα 17 Κλήση από SIP προς H.323 (An overview of H.323 – SIP Interworking).....	45
Εικόνα 18 Κλήση με χρήση IAX	47
Εικόνα 19 Ο SIP λογαριασμός που δημιουργήσαμε.....	54
Εικόνα 20 Παραμετροποίηση του SIP λογαριασμού.....	55
Εικόνα 21 Το x-lite έτοιμο για χρήση	56
Εικόνα 22 Το softphone KIAX	57
Εικόνα 23 Κλήση του SIP χρήστη 111 προς τον SIP χρήστη 222.....	59
Εικόνα 24 Κλήση του SIP χρήστη 111 προς τον SIP χρήστη 333.....	59
Εικόνα 25 Κλήση του SIP χρήστη 222 προς τον SIP χρήστη 333.....	60

Εικόνα 26 Κλήση του SIP χρήστη 333 προς τον SIP χρήστη 111.....	60
Εικόνα 27 Απάντηση από το Voicemail για μη διαθέσιμο χρήστη	69
Εικόνα 28 Εισαγωγή του αριθμού 111 στην μαύρη λίστα.....	72
Εικόνα 29 Αφαίρεση του αριθμού 111 από την μαύρη λίστα.....	72
Εικόνα 30 Περιγραφή της εφαρμογής blacklist.....	73
Εικόνα 31 Συνομιλία ανάμεσα σε τρεις χρήστες	74
Εικόνα 32 Δοκιμαστική κλήση Pickup	79
Εικόνα 33 Αναπαραγωγή μουσικής στην αναμονή μετά από κλήση του χρήστη 222	84
Εικόνα 34 Αναπαραγωγή μουσικής στην αναμονή μετά από κλήση των χρηστών 111 και 222.....	85
Εικόνα 35 Codecs ήχου.....	87
Εικόνα 36 Codecs εικόνας	88
Εικόνα 37 Ρύθμιση διαθέσιμων συσκευών.....	89
Εικόνα 38 Video κλήση	89

1. Η τεχνολογία VoIP

1.1 Τι είναι VoIP

Το VoIP είναι ένα σύνολο τεχνολογιών που επιτρέπει να πραγματοποιηθούν κλήσεις φωνής μέσω του διαδικτύου ή μέσω άλλου δικτύου δεδομένων και όχι μέσω του παραδοσιακού PSTN [1]. Ο όρος VoIP αρχικά χρησιμοποιήθηκε το 1996. Αρχικά, ένας από τους βασικούς λόγους πίσω από την ανάπτυξη του VoIP ήταν η προσπάθεια για τον περιορισμό του κόστους των τηλεφωνικών συνδιαλέξεων. Οι παραδοσιακές κλήσεις φωνής που χρησιμοποιούν το PSTN δίκτυο πραγματοποιούνται με την μεταγωγή κυκλώματος όπου δημιουργείται ένα αφιερωμένο κύκλωμα ή κανάλι ανάμεσα στα δύο άκρα που μετέχουν στην συνομιλία. Το πλεονέκτημα που υπάρχει σε αυτή την περίπτωση είναι πως από την στιγμή της δημιουργίας του κυκλώματος, η ποιότητα της συνομιλίας είναι πολύ καλή λόγω της αφιερωμένης γραμμής. Αυτού του τύπου η μεταγωγή κυκλώματος όμως είναι αρκετά ακριβή καθώς το δίκτυο απαιτεί μεγάλη χωρητικότητα, η οποία μάλιστα υποχρησιμοποιείται.



Εικόνα 1 Κλήση μέσω του PSTN δικτύου

Η ανάπτυξη του VoIP αποτελεί μία μεγάλη αλλαγή για τις τηλεπικοινωνίες. Η τεχνολογία VoIP χρησιμοποιεί IP πρωτόκολλα, τα οποία αρχικά σχεδιάστηκαν για το διαδίκτυο, προκειμένου να χωρίσει τις κλήσεις φωνής σε ψηφιακά πακέτα. Για την πραγματοποίηση μίας κλήσεις τα ξεχωριστά πακέτα «ταξιδεύουν» πάνω στο IP δίκτυο και τοποθετούνται στην σωστή σειρά στο δεύτερο άκρο της συνομιλίας. Η

μεγάλη δυσκολία είναι να πραγματοποιηθούν φωνητικές κλήσεις οι οποίες είναι πολύ πιο ευαίσθητες στις χρονικές καθυστερήσεις ή σε προβλήματα δικτύου με τον ίδιο τρόπο που μεταδίδονται τα πιο «ανθεκτικά» δεδομένα.

Ενώ οι κλήσεις με το PSTN καταμετρούνται και ο χρήστης πληρώνει ανάλογα με την διάρκεια τους, δεν συμβαίνει το ίδιο και για την χρήση μέσω του διαδικτύου. Στην δεύτερη περίπτωση ο χρήστης πληρώνει ένα συγκεκριμένο ποσό για τις υπηρεσίες διαδικτύου και VoIP και στην συνέχεια μπορεί να χρησιμοποιήσει το διαδίκτυο για να κάνει δωρεάν κλήσεις σε άλλους χρήστες.

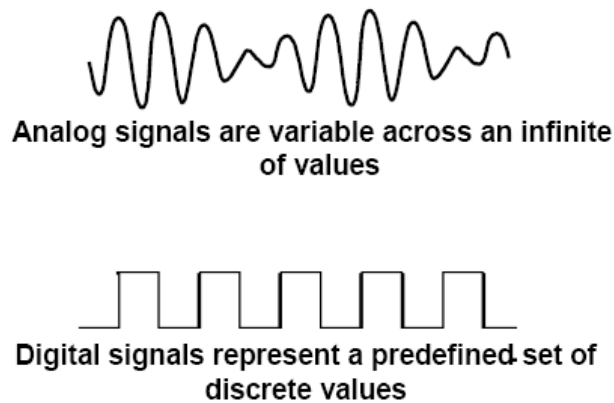
Επιπλέον, ο χωρισμός της φωνής σε πακέτα επιτρέπει την πολύ πιο αποτελεσματική χρησιμοποίηση του δικτύου, γιατί το διαθέσιμο εύρος ζώνης χρησιμοποιείται μόνο όταν πράγματι μεταδίδονται πληροφορίες. Επίσης το δίκτυο μπορεί να εξυπηρετήσει ταυτόχρονα συνδέσεις μεταξύ πολλών χρηστών αντίθετα με την περίπτωση της μεταγωγής κυκλώματος. Αυτή η αυξημένη αποτελεσματικότητα είναι ο κύριος λόγος που παγκόσμια όλοι οι μεγάλοι πάροχοι τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών εισάγουν την IP τεχνολογία στα δίκτυα τους.

1.2 Η λειτουργία του VoIP

1.2.1 Βασικές αρχές

Οι βασικές απαραίτητες διαδικασίες για μία VoIP κλήση είναι οι ακόλουθες.

1. Μετατροπή του σήματος της αναλογικής φωνής του καλούντα σε ψηφιακή μορφή. Στο πιο κάτω σχήμα βλέπουμε την αναπαράσταση ενός αναλογικού και ενός ψηφιακού σήματος.
2. Συμπίεση και μετατροπή του ψηφιακού σήματος σε διακριτά IP πακέτα.
3. Μετάδοση των πακέτων πάνω από το διαδίκτυο ή από ένα άλλο IP δίκτυο.
4. Μετατροπή των πακέτων σε αναλογικό σήμα φωνής στην πλευρά αυτού που λαμβάνει την κλήση.



Εικόνα 2 Αναλογικό και ψηφιακό σήμα (VoIP Primer: Introduction to VoIP)

Η ψηφιοποίηση και η μετάδοση της αναλογικής φωνής σαν μία δέσμη πακέτων πραγματοποιείται πάνω από ένα ψηφιακό δίκτυο δεδομένων το οποίο μεταφέρει πακέτα βασισμένο στο IP πρωτόκολλο. Αυτό το δίκτυο μπορεί να είναι το εσωτερικό LAN μίας εταιρείας, ένα ενοικιαζόμενο δίκτυο (leased network), το PSTN ή ακόμα και το διαδίκτυο. Η διαδικασία της συμπίεσης πραγματοποιείται από ένα codec, έναν αλγόριθμο κωδικοποίησης φωνής δηλαδή, που επιτρέπει η κλήση να μεταδίδεται μέσω του διαθέσιμου εύρους ζώνης ενός IP δικτύου.

1.2.2 Απαιτήσεις για μία VoIP κλήση

Για την πραγματοποίηση μίας VoIP κλήσης, ο χρήστης πρέπει να διαθέτει το κατάλληλο VoIP λογισμικό και μία ευρυζωνική σύνδεση προς το διαδίκτυο. Το λογισμικό χειρίζεται την δρομολόγηση της κλήσης προκειμένου να φτάσει στον επιθυμητό προορισμό, επίσης παρέχει και το απαραίτητο codec. Το λογισμικό μπορεί να εγκατασταθεί σε μία πληθώρα συσκευών. Αυτή η χρήση τερματικών συσκευών που ενσωματώνουν το κατάλληλο λογισμικό αποτελεί ένα από τα κύρια σημεία διάκρισης της VoIP τεχνολογίας σε σχέση με κάποιες άλλες. Έτσι ενώ η παραδοσιακή τηλεφωνία ενσωματώνει την «ευφυΐα» της στο δίκτυο που μεσολαβεί, το VoIP μοντέλο ενσωματώνει την «ευφυΐα» στα άκρα του δικτύου όπως ακριβώς συμβαίνει και στο διαδίκτυο. Αυτό συχνά αναφέρεται στην βιβλιογραφία σαν η αρχή από άκρη-σε-άκρη (end-to-end principle).

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η κλήση, απαιτείται και η σύνδεση με έναν VoIP πάροχο. Υπάρχουν διαθέσιμοι διάφοροι τύποι VoIP υπηρεσιών από διαφορετικούς παρόχους. Κάποιοι από αυτούς υποστηρίζουν μόνο κλήσεις από ένα υπολογιστή σε έναν άλλο, ενώ κάποιοι άλλοι παρέχουν την δυνατότητα να γίνουν κλήσεις ανάμεσα σε χρήστες που χρησιμοποιούν IP συσκευές προς χρήστες που βρίσκονται στο PSTN δίκτυο ή σε κινητά δίκτυα.

1.3 Χρησιμοποίηση του VoIP και προϊστορία

Η τεχνολογία του VoIP έχει γίνει γνωστή στο ευρύ κοινό πρόσφατα κυρίως μέσω της άνθησης που έχει γνωρίσει το Skype. Παρόλα αυτά η τεχνολογία VoIP δεν προέκυψε πρόσφατα, έχει μία προϊστορία τεχνολογιών που συνδέονται συνολικά με την σχετικά πρόσφατη ιστορία των τηλεπικοινωνιών.

Η ιδέα της μεταφοράς φωνής πάνω από το IP συζητήθηκε για πρώτη φορά την δεκαετία του 1970, αλλά έπρεπε να φτάσουμε στα μέσα της δεκαετίας του 1990 για την παρουσίαση της πρώτης εμπορικής εφαρμογής από την Ισραηλινή εταιρία Vocaltec. Τα πρώτα αυτά VoIP συστήματα είχαν σχεδιαστεί να συνδέουν έναν υπολογιστή με έναν άλλο. Ο κάθε υπολογιστής θα έπρεπε να διαθέτει κάρτα ήχου, ηχείο, μικρόφωνο, modem και το VoIP λογισμικό. Το λογισμικό κωδικοποιούσε και συμπιέζε το σήμα της φωνής, στην συνέχεια το μετέτρεπε σε IP πακέτα που μπορούσαν να μεταδοθούν στο διαδίκτυο. Με αυτή την προσέγγιση και οι δύο χρήστες ήταν υποχρεωμένοι να έχουν σύστημα ακουστικών (headset) συνδεδεμένο στον υπολογιστή. Τέλος οι κλήσεις ήταν δυνατόν να γίνουν μόνο ανάμεσα σε υπολογιστές και όχι μέσω του PSTN δικτύου.

Παράλληλα από την δεκαετία του 1970 και οι παραδοσιακοί πάροχοι τηλεπικοινωνιών ξεκίνησαν την ανάπτυξη συστημάτων που ενσωμάτωναν λογισμικό που χρησιμοποιούσε IP τεχνολογία στον παραδοσιακό τους εξοπλισμό. Η ανθρώπινη φωνή είναι μία αναλογική κυματομορφή και συνήθως οι τηλεφωνικές κλήσεις πραγματοποιούνταν από δίκτυα που χρησιμοποιούσαν αναλογικά κυκλώματα που παρείχαν μία προσωρινή από άκρη σε άκρη σύνδεση μέσω του δικτύου για κάθε κλήση. Αυτή η πρακτική είναι γνωστή ως μεταγωγή κυκλώματος, και βασίζεται στο αρχικό τηλεφωνικό δίκτυο όπου καλώδια μεταξύ οικιών έπρεπε στην κυριολεξία να συνδεθούν από έναν τηλεφωνικό χειριστή (telephone operator). Οι εταιρείες που

παρείχαν τέτοιες υπηρεσίες ήταν συνήθως κρατικές και μάλιστα πολύ συχνά άνηκαν στην υπηρεσία ταχυδρομείων από όπου και προέκυψε το όνομα POTS για τις υπηρεσίες αυτές (Post Office Telephony Systems).

Ανάμεσα στη δεκαετία του 1950 και του 1990, τα αναλογικά συστήματα αντικαταστάθηκαν από ψηφιακά δίκτυα με τηλεφωνικά κέντρα που χρησιμοποιούσαν μισθωμένες γραμμές υψηλών ταχυτήτων (T1) και σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα που χρησιμοποιούσαν πρωτόκολλα όπως το ISDN για την ανταλλαγή των δεδομένων. Παρόλα αυτά, τα νέα αυτά συστήματα συνέχιζαν να στηρίζονται στην αρχή της μεταγωγής κυκλώματος για την δημιουργία μίας σύνδεσης από άκρη σε άκρη. Έτσι από την σκοπιά του καταναλωτή, η υπηρεσία συνέχιζε να είναι αναλογική αφού εν πολλοίς η σύνδεση της οικίας του με το κοντινό του κέντρο εξακολουθούσε να είναι ένα απλό καλώδιο χαλκού.

Την δεκαετία του 1990 με την άνθηση του διαδικτύου και του Web, οι κατασκευαστές τηλεφωνικού υλικού και οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών ξεκίνησαν να μεταδίδουν ψηφιακά πληροφορίες ανάμεσα στα κέντρα χρησιμοποιώντας IP πακέτα. Η τακτική αυτή ενισχύθηκε από το μικρότερο κόστος που απαιτεί η μετάδοση φωνής με τον τρόπο αυτό καθώς γίνεται καλύτερη χρήση του διαθέσιμου εύρους ζώνης. Από τα μέσα του 1990 και μετά, οι κατασκευαστές τηλεφωνικού υλικού πρόσθεσαν IP δυνατότητες στα υπάρχοντα τηλεφωνικά κέντρα και λίγο αργότερα αναπτύχθηκε λογισμικό τέτοιο που να επιτρέπει στους χρήστες να τοποθετούν έναν VoIP προσαρμογέα στο απλό τους τηλέφωνο. Με τον τρόπο αυτό, VoIP κλήσεις μπορούν να ξεκινούν και τερματίζονται στο PSTN δίκτυο, αλλά στην συνέχεια να δρομολογούνται με το κατάλληλο λογισμικό πάνω από το διαδίκτυο.

Αυτό σημαίνει πως το VoIP χρησιμοποιείται μέσα σε ένα ετερογενές περιβάλλον που εκτείνεται πέρα από διαδίκτυο. Οι κλήσεις φωνής θα πρέπει να μπορούν να μεταφερθούν από μία πλειάδα μέσων όπως είναι ένα τοπικό δίκτυο, ένα PBX, το PSTN και το διαδίκτυο. Με την πρόοδο και την καθιέρωση της VoIP τεχνολογίας όλο και περισσότεροι κατασκευαστές παρέχουν λογισμικό τηλεφωνίας για υπολογιστές, παρέχοντας προϊόντα για κάθε πιθανή ανάγκη. Επίσης είναι διαθέσιμοι και Gateway Servers με κάρτες επεξεργασίας φωνής που δρουν σαν διεπαφές (interfaces) ανάμεσα στο διαδίκτυο και το PSTN επιτρέποντας στους χρήστες να πραγματοποιούν κλήσεις είτε από τον υπολογιστή τους, είτε από ένα IP τηλέφωνο από και προς τα παραδοσιακά τηλεφωνικά δίκτυα. Κλήσεις επίσης μπορούν να γίνουν και από IP συσκευές (IP handsets) οι οποίες είναι συνδεδεμένες σε ένα IP δίκτυο και όχι στο

παραδοσιακό τηλεφωνικό δίκτυο παρέχοντας περισσότερες λειτουργίες και δυνατότητες από τα κλασικά τηλέφωνα.

Σαν αποτέλεσμα όλων των παραπάνω, σήμερα υπάρχουν αρκετοί τρόποι για την εφαρμογή του VoIP. Συνοψίζουμε τους πλέον σημαντικούς αμέσως πιο κάτω.

- Από υπολογιστή σε υπολογιστή. Και οι δύο συμμετέχοντες χρησιμοποιούν συσκευές ήχου συνδεδεμένες στους υπολογιστές τους.
- Από υπολογιστή προς το PSTN. Μόνο αυτός που καλεί χρησιμοποιεί ακουστικά και μικρόφωνο. Αυτός που λαμβάνει την κλήση (από την πλευρά του PSTN) χρησιμοποιεί μία συνηθισμένη συσκευή.
- Από το PSTN προς το PSTN. Ο καλών χρησιμοποιεί έναν IP προσαρμογέα στο συνηθισμένο του τηλέφωνο και η κλήση λαμβάνεται σε ένα απλό τηλέφωνο. Η κλήση όμως δρομολογείται πάνω από ένα IP δίκτυο.
- IP τηλέφωνο προς το PSTN. Ο καλών χρησιμοποιεί ένα IP τηλέφωνο και η κλήση μεταφέρεται από το IP δίκτυο στο PSTN δίκτυο μέσω ενός gateway.
- IP τηλέφωνο προς IP τηλέφωνο. Η κλήση μεταφέρεται εξ' ολοκλήρου μέσω ενός IP δικτύου.

1.4 Τεχνολογίες, πρότυπα και προκλήσεις

Όπως έχει ήδη γραφεί, η PSTN τηλεφωνική υποδομή είναι διαθέσιμη εδώ και δεκαετίες και έτσι έχει εξελιχθεί σε ένα σταθερό και αξιόπιστο σύστημα. Αντίθετα η τεχνολογία VoIP είναι αρκετά πρόσφατη και βασίζεται στα εξορισμού λιγότερο αξιόπιστα δίκτυα δεδομένων. Στην παράγραφο αυτή θα εξετάσουμε τις τεχνολογίες και τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στο VoIP και θα αναφέρουμε τις δυσκολίες που υπάρχουν.

1.4.1 Πρωτόκολλα

Η τεχνολογία VoIP είναι δομημένη γύρω από δύο βασικά συστατικά. Την φωνή που μεταδίδεται μέσω του δικτύου και την σηματοδότηση που απαιτείται για την μετάδοση της. Και τα δύο αυτά συστατικά χρησιμοποιούν μία ποικιλία προτύπων και πρωτοκόλλων.

VoIP Protocol	Layer	Common Internet Equivalent	OSI Model
VoIP Appl., SIP	7	HTTP	Application
H.323	6		Presentation
RTP, RTCP	5	SSL	Session
UDP	4	TCP	Transport
IP	3	IP	Network
Data	2	Ethernet	Data
Physical	1	100-Base T	Physical

Η βασική δομή για μία VoIP κλήση μπορεί να παρασταθεί με μία στρωματοποιημένη αρχιτεκτονική όπως συμβαίνει και με την περίπτωση του διαδικτύου. Αυτό βλέπουμε στον πιο πάνω πίνακα. Εκεί μπορούμε να δούμε τον τρόπο που διαστρωματώνονται τα πρωτόκολλα προκειμένου να προκύψουν εφαρμογές τις οποίες θα μπορεί να χειριστεί η φυσική δομή του διαδικτύου. Τα χαμηλότερα στρώματα της VoIP αρχιτεκτονικής μοιράζονται πολλές ομοιότητες με άλλα πρωτόκολλα που στηρίζονται στο διαδίκτυο όπως είναι το Web, ενώ τα υψηλότερα στρώματα τα οποία είναι κοντά σε αυτό που εισπράττει ο χρήστης διαφέρουν. Τα χαμηλότερα στρώματα ασχολούνται με την μεταφορά και την παράδοση των δεδομένων ενώ τα υψηλότερα με διαδικασίες ελέγχου της επικοινωνίας όπως είναι η σηματοδότηση.

Επίσης στον πιο πάνω πίνακα βλέπουμε πως το VoIP μοιράζεται τα δύο χαμηλότερα στρώματα που βασίζονται σε τεχνολογίες όπως το Ethernet και το WiFi με άλλες εφαρμογές βασιζόμενες στο διαδίκτυο όπως είναι το Web και το FTP. Το στρώμα του δικτύου (network layer) βρίσκεται σε αντιστοιχία με άλλες

διαδικτυακές εφαρμογές που χειρίζονται από το IP πρωτόκολλο το οποίο είναι υπεύθυνο για την μετάδοση των πακέτων δεδομένων. Τα VoIP συστήματα δεν χρησιμοποιούν το TCP πρωτόκολλο, αλλά τα UDP και RTP για την μεταφορά των δεδομένων.

Ψηλότερα στην στοίβα, τα στρώματα session, presentation και application χειρίζονται την απαιτούμενη σηματοδότηση για ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα. Αυτά τα πρωτόκολλα ελέγχουν την επικοινωνία ανάμεσα στα δύο άκρα μίας κλήσης. Τα πιο σημαντικά είναι τα πρωτόκολλα SIP και H.323 για τα οποία θα μιλήσουμε σε επόμενο κεφάλαιο της εργασίας αυτής παράλληλα και με το IAX.

1.4.2 Codecs

Σε μία τηλεφωνική κλήση, πριν από την μετάδοση της φωνής πάνω από ένα IP δίκτυο πρέπει αυτή να μετατραπεί σε ψηφιακή μορφή και να κωδικοποιηθεί. Επίσης γίνεται και συμπίεση στα δεδομένα προκειμένου να μην υπάρχει σπατάλη στο διαθέσιμο εύρος ζώνης. Με την υποδοχή των δεδομένων φωνής στο άλλο άκρο της κλήσης ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία. Χρησιμοποιούνται διάφοροι αλγόριθμοι κωδικοποίησης φωνής (codecs). Τα πλέον συνηθισμένα codecs είναι το G.711 και το G.729. Τα codecs διαφέρουν στον αλγόριθμο που χρησιμοποιούν για την δειγματοληψία της αναλογικής φωνής και από τον τρόπο που κάνουν συμπίεση. Αυτό έχει αντίκτυπο στο απαιτούμενο εύρος ζώνης για την μετάδοση των κωδικοποιημένων δειγμάτων σε κάθε περίπτωση. Για παράδειγμα το G.711 απαιτεί μεγαλύτερο εύρος ζώνης (64 kbps) σε σχέση με το G.729 (8 kbps). Τελικά όμως υπάρχει ένα ισοζύγιο ανάμεσα στην πολυπλοκότητα του αλγόριθμου, το απαιτούμενο εύρος ζώνης και την ποιότητα της μεταδιδόμενης φωνής.

1.4.3 Προβλήματα στις υλοποιήσεις VoIP

Εξαιτίας της εξέλιξης που έχει υποστεί η παραδοσιακή PSTN υποδομή, έχει φτάσει να είναι σχεδόν 100 % αξιόπιστη. Επιπλέον τα PSTN συστήματα έχουν την δική τους παροχή ενέργειας και έτσι η υπηρεσία δεν διακόπτεται όταν υπάρχει διακοπή ρεύματος (π.χ φυσική καταστροφή). Αντίθετα η τεχνολογία VoIP είναι

σχετικά νέα και στηρίζεται στα όχι και απόλυτα αξιόπιστα δίκτυα δεδομένων. Έτσι ανακύπτουν ορισμένες ανησυχίες, μερικές από τις οποίες παραθέτουμε στην συνέχεια.

- Η ποιότητα της φωνής.
- Αξιοπιστία της παρεχόμενης υπηρεσίας.
- Πρόσβαση στις υπηρεσίες ανάγκης σε περίπτωση διακοπής ρεύματος.

2. Εισαγωγή στον Asterisk

Όπως και τα περισσότερα προγράμματα ανοιχτού κώδικα, έτσι το Asterisk ξεκίνησε από την ανάγκη ενός ανθρώπου για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών οικονομικά και ανεξάρτητα [2]. Ο Mark Spencer, ο δημιουργός του Asterisk, είχε ανάγκη για ένα σύστημα χειρισμού των τηλεφωνικών κλήσεων για την εταιρεία του. Θεώρησε την αγορά ενός παραδοσιακού PBX συστήματος αδικαιολόγητα ακριβή. Εξάλλου, θεωρητικά θα μπορούσε κάποιος απλά να συνδέσει τις τηλεφωνικές γραμμές σε έναν Η/Υ μέσω καρτών επέκτασης και να γίνει εκεί η επεξεργασία τους με το κατάλληλο λογισμικό. Έτσι ξεκίνησε να συγγράφει το κατάλληλο λογισμικό για τις κάρτες αυτές, το οποίο θα μπορούσε να παρέχει υπηρεσίες μεταγωγής φωνής προκειμένου να εξαλείψει την ανάγκη αγοράς ενός PBX συστήματος. Το αποτέλεσμα που προέκυψε ήταν η πρώτη έκδοση του Asterisk, την οποία στην συνέχεια βελτίωσε κάνοντας την πιο ευέλικτη καταλήγοντας στις σημερινές επίσημες εκδόσεις του Asterisk.

Έχοντας αποκτήσει εμπειρία από την ανάπτυξη της πρώτης έκδοσης, ο Mark Spencer συνεργάστηκε με τον Jim Dixon της Zapata Telephony για την δημιουργία ενός οικονομικού συστήματος που θα ενσωμάτωνε κάρτες επέκτασης πάνω σε υπολογιστές της Intel προκειμένου να προκύψει μία πλατφόρμα server του Asterisk πάνω στο PSTN δίκτυο. Η βασική ιδέα του εγχειρήματος, ήταν πως ο κάθε ένας θα μπορούσε να αγοράσει έναν υπολογιστή με Linux ως λειτουργικό σύστημα, θα τοποθετούσε στην συνέχεια την κάρτα που θα παρείχε μερικές FXO/T1/E1 συνδέσεις και τέλος με την εγκατάσταση του Asterisk θα είχε ένα PBX σύστημα με πλήρεις δυνατότητες.

2.1 Τι είναι ο Asterisk

Ο Αστερίσκος (Asterisk) είναι ένα λογισμικό που υλοποιεί ένα ανοιχτής αρχιτεκτονικής PBX (Private Branch eXchange – ιδιωτικό σύστημα τηλεφωνικού κέντρου) σύστημα. Από την στιγμή της εγκατάστασης του λογισμικού σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή που ενσωματώνει τις κατάλληλες διεπαφές (interfaces), ο χρήστης έχει ένα PBX σύστημα με πλήρης δυνατότητες το οποίο μπορεί να βρει

εφαρμογή σε οικιακούς χρήστες, σε εταιρικούς χρήστες ή ακόμα και σε παρόχους VOIP (Voice Over IP Protocol) υπηρεσιών. Το λογισμικό του Asterisk είναι ταυτόχρονα ένα λογισμικό ανοιχτής αρχιτεκτονικής, αλλά και ένα εμπορικό προϊόν της εταιρείας Digium. Σε κάθε περίπτωση ο χρήστης μπορεί να κάνει τις τροποποιήσεις που επιθυμεί ώστε ο Asterisk να καλύψει τις απαιτήσεις του.

Ο Asterisk προσφέρει συνδεσιμότητα πραγματικού χρόνου ανάμεσα σε PSTN και σε VOIP δίκτυα. Από την στιγμή που ο Asterisk παρέχει πολύ περισσότερα από ένα συμβατικό PBX σύστημα δίνει νέες δυνατότητες στους χρήστες, όπως αυτές που ακολουθούν.

- Οι υπάλληλοι μίας εταιρείας μπορούν ενώ βρίσκονται στο σπίτι τους να συνδεθούν στο εταιρικό PBX σύστημα μέσω του διαδικτύου, χρησιμοποιώντας ευρυζωνικές (Broadband) συνδέσεις.
- Είναι δυνατή η σύνδεση πολλών γραφείων που βρίσκονται σε διαφορετικές γεωγραφικές τοποθεσίες μέσω ενός IP δικτύου, ενός ιδιωτικού δικτύου ή ακόμα και μέσω του διαδικτύου.
- Δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να έχουν υπηρεσία φωνητικού ταχυδρομείου (Voicemail).
- Είναι δυνατή η δημιουργία εφαρμογών IVR (Interactive Voice Response), όπου δίνεται η δυνατότητα στον καλούντα να έχει πρόσβαση σε υπηρεσίες και σε πληροφορίες χρησιμοποιώντας απλά τα πλήκτρα της τηλεφωνικής του συσκευής.
- Χρήστες που ταξιδεύουν, έχουν την δυνατότητα να έχουν πρόσβαση στο εταιρικό PBX από οπουδήποτε και αν βρίσκονται χρησιμοποιώντας απλά μία ευρυζωνική (Broadband) σύνδεση ή μία σύνδεση VPN (Virtual Private Network).

Η πλατφόρμα του Asterisk παρέχει πολλά προηγμένα χαρακτηριστικά τα οποία συνήθως τα συναντά κάποιος σε πολύ ακριβές υλοποιήσεις. Για παράδειγμα, αναφέρουμε μερικά χαρακτηριστικά αμέσως πιο κάτω.

- Αναπαραγωγή μουσικής στην αναμονή όταν έχει σχηματιστεί μία ουρά από καλούντες. Υποστηρίζεται τόσο η αναπαραγωγή μουσικών αρχείων μορφής mp3, όσο και η αναπαραγωγή που προκύπτει από άμεση ροή μουσικών δεδομένων (streaming).

- Δημιουργία ουρών αναμονής από καλούντες, τις οποίες ουρές μπορούν να παρακολουθούν, να τις διαχειρίζονται και να παραλαμβάνουν κλήσεις από αυτές υπάλληλοι οι οποίοι μάλιστα θα μπορούν να έχουν και διαφορετικά επίπεδα «εξουσίας» πάνω στο σύστημα (Super Users, Administrators).
- Ενσωμάτωση δυνατοτήτων απαγγελίας γραπτού κειμένου από το σύστημα και επιπλέον φωνητικής αναγνώρισης.
- Το σύστημα κρατάει λεπτομερή αρχεία από τα στατιστικά χρήσης του τα οποία τα εξάγει είτε με εκτυπώσεις (Hard Copies), είτε σε μορφή κατάλληλη σε SQL βάσεις δεδομένων.
- Συνδεσιμότητα με PSTN τόσο μέσω αναλογικών όσο και μέσω ψηφιακών γραμμών.

2.2 Η εμπλοκή της Digium στο πρόγραμμα Asterisk

Η εταιρεία Digium, η έδρα της οποίας βρίσκεται στις Η.Π.Α είναι ο δημιουργός και ο βασικός υπεύθυνος για την εξέλιξη του Asterisk. Η εταιρεία είναι υπεύθυνη για την προώθηση του Asterisk και επιπλέον παράγει τηλεφωνικές κάρτες επέκτασης και άλλα υλικά για το Asterisk PBX. Η Digium προσφέρει τον Asterisk σε τρεις διαφορετικές εκδόσεις με βάση την άδεια χρήσης.

- Γενική δημόσια άδεια (General Public License Asterisk, GPL). Πρόκειται για την πιο διαδεδομένη έκδοση. Σαν έκδοση, περιλαμβάνει όλα τα χαρακτηριστικά. Η έκδοση αυτή προσφέρεται δωρεάν και ο χρήστης έχει την δυνατότητα να πραγματοποιήσει αλλαγές στο λογισμικό προκειμένου να καλύψει τις όποιες ιδιαίτερες απαιτήσεις του.
- Μία άλλη έκδοση, η οποία κυκλοφόρησε πρόσφατα στην αγορά είναι η Asterisk Business Edition. Η έκδοση αυτή χρησιμοποιείτε συνήθως από εταιρείες που είτε δεν θέλουν, είτε δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν την έκδοση GPL. Αυτό συμβαίνει γιατί οι εταιρείες αυτές δεν θέλουν να διαρρεύσει ο πηγαίος κώδικας που χρησιμοποιούν μαζί με τον Asterisk. Αυτό συμβαίνει γιατί η άδεια χρήσης που συνοδεύει την έκδοση GPL προβλέπει πως κάθε προσθήκη που γίνεται στον κώδικα του Asterisk από κάθε χρήστη

θα πρέπει να είναι διαθέσιμη και για όλους τους άλλους χρήστες της έκδοσης GPL.

- Τέλος διαθέσιμη υπάρχει και η έκδοση Asterisk OEM. Η έκδοση αυτή χρησιμοποιείτε κυρίως από κατασκευαστές PBX συστημάτων, οι οποίοι δεν θέλουν να αποκαλύψουν στο αγοραστικό κοινό πως το λογισμικό τους βασίζεται στον Asterisk.

2.3 Το πρόγραμμα Zapata και η σχέση του με τον Asterisk

Το project Zapata αναπτύχθηκε από τον Jim Dixon, ο οποίος είναι υπεύθυνος και για την ανάπτυξη συγκεκριμένων καινοτόμων εξαρτημάτων (Hardware) που χρησιμοποιεί ο Asterisk. Να σημειωθεί πως το Hardware αυτό στηρίζεται σε αρχιτεκτονική ανοιχτού κώδικα και κατά συνέπεια μπορεί να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις του χρήστη. Οι εταιρείες Digium, Sangoma και Varium είναι οι βασικοί κατασκευαστές των τηλεφωνικών καρτών που χρησιμοποιεί το Asterisk PBX.

Το κύριο χαρακτηριστικό του Hardware που χρησιμοποιεί ο Asterisk είναι η χρήση της CPU του PC που είναι εγκατεστημένος για την επεξεργασία των ροών δεδομένων, την ακύρωση ηχούς αλλά και για τις απαραίτητες μετατροπές ανάμεσα στα χρησιμοποιούμενα codecs. Αντίθετα οι περισσότερες κάρτες που διατίθενται χρησιμοποιούν DSP (Digital Signal Processing) για αυτές τις διαδικασίες. Η απόφαση για την χρήση της υπολογιστικής ισχύος της CPU του υπολογιστή επέφερε δραματική μείωση στο κόστος των καρτών. Χαρακτηριστικά μία κάρτα με τα χαρακτηριστικά αυτά κοστίζει μέχρι και πέντε φορές λιγότερο από μία κάρτα που ενσωματώνει DSPs. Το μειονέκτημα που προκύπτει με την χρήση αυτών των καρτών είναι η μεγάλη ανάγκη που έχουν για χρήση της CPU, ενώ αν δεν πετύχουν την βέλτιστη χρήση της CPU του υπολογιστή, προκύπτει σημαντική επίπτωση στην ποιότητα της ομιλίας.

2.4 Γιατί να χρησιμοποιήσει κάποιος τον Asterisk

Οι δύο είναι οι σημαντικότεροι λόγοι για την επιλογή του Asterisk. Αρχικά το ότι πρόκειται για λογισμικό ανοιχτής αρχιτεκτονικής και κατά συνέπεια ευέλικτο ώστε να μπορεί να καλύψει κάθε ανάγκη αλλά κυρίως το πολύ μικρότερο κόστος του σε

σχέση με άλλες παραδοσιακές επιλογές όπως λόγω χάρη ένα VoIP Gateway. Και οι δύο αυτοί λόγοι είναι εξαιρετικά σημαντικοί για εταιρείες και έχουν οδηγήσει στην καθιέρωση του Asterisk. Έτσι με την επιλογή του Asterisk λύνονται με μικρό κόστος οι απαιτήσεις για εφαρμογές που θα ήταν πολύ ακριβές στην υλοποίηση τους όπως οι περιπτώσεις IVR ή η απαίτηση για ηχογράφηση των κλήσεων. Ακόμα και το βασικό μειονέκτημα του Asterisk, η βέλτιστη χρήση της CPU, μπορεί να επιλυθεί με την σωστή διαστασιολόγηση του συστήματος. Έτσι δεν είναι υπερβολική η άποψη που έχει εκφραστεί από ειδικούς πως ο Asterisk αντιπροσωπεύει μία επανάσταση για τις τηλεπικοινωνίες ανάλογη με αυτή του Apache στους στις ηλεκτρονικές υπηρεσίες (Web Services).

2.4.1 Μείωση κόστους

Αν συγκριθεί το κόστος ενός παραδοσιακού PBX με το κόστος ενός συστήματος Asterisk που περιλαμβάνει τις απαραίτητες ψηφιακές διεπαφές και τις τηλεφωνικές συσκευές, προκύπτει πως ο Asterisk είναι λίγο φθηνότερος. Εκεί όμως που η επένδυση στον Asterisk αποδίδει είναι με την ενσωμάτωση προηγμένων χαρακτηριστικών όπως είναι το voicemail, η λειτουργία ACD (Automatic Call Distribution), IVR (Interactive Voice Response) και CTI (Computer-Telephony Integration). Στην περίπτωση αυτή η επιλογή του Asterisk είναι ουσιαστικά μονόδρομος καθώς είναι πολλαπλάσια οικονομικότερος από αντίστοιχα παραδοσιακά συστήματα.

2.4.2 Ευελιξία στην χρήση του τηλεφωνικού συστήματος

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της πλατφόρμας του Asterisk από την σκοπιά των πελατών-χρηστών είναι η ανεξαρτησία στην χρήση που προσφέρει. Με την υπάρχουσα προσέγγιση ο κάθε χρήστης προσαρμόζει την πλατφόρμα στις εκάστοτε ανάγκες του. Χαρακτηριστικά κάποιοι πάροχοι υπηρεσιών που χρησιμοποιούν Asterisk δεν δίνουν καν στον χρήστη τον κωδικό (Password) του συστήματος ή την βιβλιογραφία της διαμόρφωσής του γιατί πολύ απλά μπορεί να προστεθούν οι όποιες εφαρμογές πάνω στις ήδη υπάρχουσες.

2.4.3 Πλατφόρμα γρήγορα και εύκολα αναπτυσσόμενη

Οι δυνατότητες του Asterisk μπορούν να επεκταθούν με την χρήση scripting γλωσσών προγραμματισμού όπως είναι η PHP και η Perl χρησιμοποιώντας AMI (Asterisk Manager Interface) και AGI (Asterisk Gateway Interface) διεπαφές. Όπως έχει ήδη γραφεί πιο πάνω στην εργασία αυτή ο Asterisk είναι μία πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα στον οποίο μπορεί να παρέμβει ο χρήστης. Ο πηγαίος κώδικας του είναι γραμμένος σε ANSI C γλώσσα προγραμματισμού.

2.4.4 Ενσωματωμένα χαρακτηριστικά

Η πλατφόρμα του Asterisk περιλαμβάνει ενσωματωμένα στην βασική της δομή προηγμένα χαρακτηριστικά όπως Voicemail, CTI, ACD, IVR, αναπαραγωγή μουσικής στην αναμονή και ηχογράφηση συνομιλιών. Ενώ το γεγονός πως ο κώδικας είναι γραμμένος σε γλώσσα C επιτρέπει την δημιουργία εφαρμογών από τους χρήστες με χαρακτηριστική ευκολία. Έτσι η δυνατότητα για την παροχή μιας πλατφόρμας με περιεχόμενο δυναμικής μορφής είναι πρακτικά σχεδόν ανεξάντλητη.

2.4.5 Ισχυρό και ευέλικτο Dialplan

Η ευελιξία που παρέχει το Dialplan του Asterisk αποτελεί ένα ακόμα ισχυρό του στοιχείο. Σε παραδοσιακά PBX συστήματα ο καθορισμός LCR (Least Cost Routing) δρομολόγησης είναι είτε ανέφικτος, είτε κοστίζει πολύ. Αντίθετα, με τον Asterisk η επιλογή βέλτιστης δρομολόγησης είναι μία εύκολη διαδικασία.

2.4.6 Υποστήριξη του Asterisk

Γύρω από την πλατφόρμα του Asterisk έχει δημιουργηθεί μία μεγάλη και ενεργή κοινότητα από χρήστες. Η κοινότητα αυτή των χρηστών επικοινωνεί μέσω αφιερωμένων για τον λόγο αυτό sites και forums. Με τον τρόπο αυτό εντοπίζονται εξαιρετικά γρήγορα τυχόν προβλήματα (bugs) του λογισμικού και αναπτύσσονται και

προτείνονται οι λύσεις τους (patches). Αυτό ουσιαστικά κάνει το λογισμικό του Asterisk PBX να είναι το πιο ενδεδειγμένο ελεγμένο παγκοσμίως. Χαρακτηριστικά κατά την μετάβαση από την έκδοση 1.0 στην 1.2 εντοπίστηκαν και διορθώθηκαν 3000 bugs στον πηγαίο κώδικα. Η διαδικασία αυτή σε πολύ μεγάλο βαθμό εγγυάται την αξιοπιστία και την σταθερότητα του λογισμικού. Τέλος δεν θα πρέπει να μας διαφεύγει και ένα άλλο πλεονέκτημα της ύπαρξης ενεργής κοινότητας χρηστών. Και αυτό είναι η δυνατότητα που παρέχεται στον χρήστη να διατυπώσει ερωτήματα για προβλήματα που αντιμετωπίζει στο επίσημο forum και σε ελάχιστο χρόνο να λαμβάνει απαντήσεις με λύσεις από χρήστες από όλο τον κόσμο. Γιατί είναι σίγουρο πως και άλλοι αντιμετώπισαν στο παρελθόν αντίστοιχο πρόβλημα και μοιράζονται την εμπειρία τους, παρέχοντας ουσιαστικά άμεση υποστήριξη σε όλους τους χρήστες.

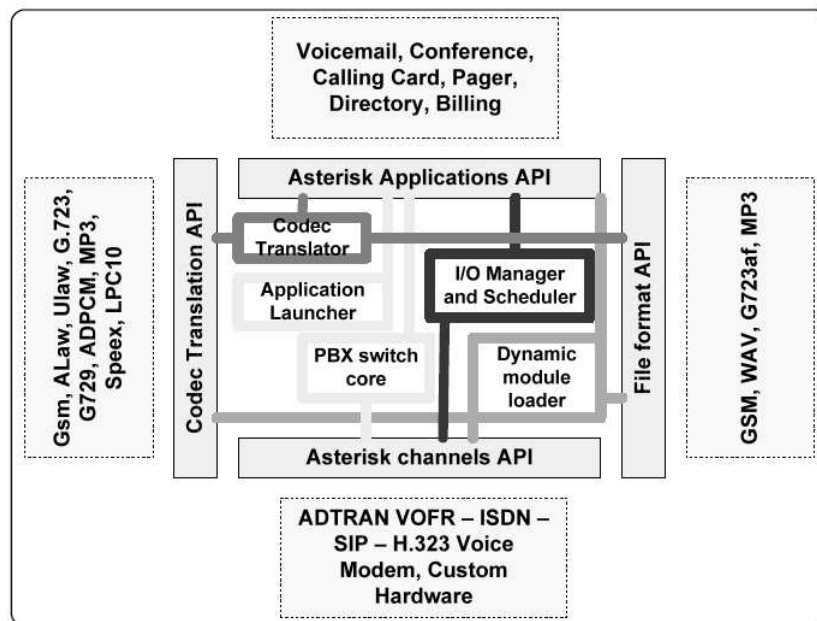
2.4.7 Αντιμετώπιση των εγγενών αδυναμιών

Όπως έχει γραφεί και πιο πάνω στην εργασία αυτή από την αρχή του προγράμματος του Asterisk πάρθηκε η απόφαση για χρήση της CPU του υπολογιστή για την επεξεργασία των καναλιών φωνής αντί για εξειδικευμένους DSP επεξεργαστές. Αυτό επέφερε δραματική μείωση στο κόστος, αλλά επέβαλε και ορισμένους περιορισμούς. Επίσης αυτό μείωσε τις απαιτήσεις σε εξοπλισμό, αλλά έκανε το σύστημα «δέσμιο» στον επεξεργαστή του υπολογιστή.

Για την αντιμετώπιση των θεμάτων αυτών προτείνεται η εγκατάσταση του Asterisk να γίνεται σε έναν αφιερωμένο για τον λόγο αυτό υπολογιστή και παράλληλα να ακολουθείται μια συντηρητική προσέγγιση κατά την διαστασιολόγηση του hardware. Επιπλέον είναι εξαιρετικά χρήσιμο η χρήση του Asterisk να γίνεται σε ένα ξεχωριστό εικονικό δίκτυο (VLAN) προκειμένου να αποφεύγεται η άσκοπη χρήση της υπολογιστικής ισχύος του επεξεργαστή που μπορεί να προκύψει από ριπές μεταδόσεων (broadcast storms) που μπορεί να προκληθούν από βρόχους (loops) ή ιούς.

Τέλος, πρόσφατα κάποιοι κατασκευαστές καρτών (Interface Cards) για χρήση στον Asterisk άρχισαν να ενσωματώνουν στις κάρτες τους DSP επεξεργαστές για την καταστολή ηχούς κατά την συνομιλία (Echo Cancellation) και την μετατροπή στα codecs πράγμα που θα βελτιώσει περαιτέρω την σταθερότητα του Asterisk.

2.5 Η αρχιτεκτονική του Asterisk



Εικόνα 3 Η αρχιτεκτονική του Asterisk (Configuration Guide For Asterisk PBX)

Το πιο πάνω σχήμα παρουσιάζει την βασική αρχιτεκτονική του Asterisk. Στην συνέχεια θα παρουσιάσουμε συγκεκριμένους τομείς που σχετίζονται με την αρχιτεκτονική, όπως είναι τα κανάλια, τα χρησιμοποιούμενα codecs και τις εφαρμογές.

Βασική αρχή σχεδίασης του Asterisk είναι η ευελιξία και η συνδεσιμότητα, όπου ορισμένα APIs καθορίζουν τον πυρήνα του PBX συστήματος. Η αρχιτεκτονική του Asterisk του επιτρέπει να χειρίζεται με τρόπο διάφανο τις εσωτερικές διασυνδέσεις ανεξάρτητα από πρωτόκολλα, κωδικοποιήσεις και τηλεφωνικό υλικό. Με τον τρόπο αυτό ο Asterisk μπορεί να χρησιμοποιήσει τα σήμερα διαθέσιμα υλικά και τεχνολογίες, αλλά και να μπορεί να ενσωματώσει αυτά που μελλοντικά θα αναπτυχθούν.

2.5.1 Ο πυρήνας του Asterisk

- Μεταγωγέας PBX (PBX Switch Core). Η βασική λειτουργία του Asterisk είναι αυτή του συστήματος PBX, συνδέοντας κλήσεις μεταξύ χρηστών. Ο πυρήνας μεταγωγής συνδέει χρήστες από διάφορες διεπαφές λογισμικού ή υλικού.
- Εκτελεστής εφαρμογών (Application Launcher). Εκτελεί εφαρμογές που παρέχουν λειτουργίες όπως είναι η αναπαραγωγή αρχείων και ο αυτόματος τηλεφωνητής.
- Μεταφραστής codec (Codec Translator). Χρησιμοποιεί modules για την κωδικοποίηση και την αποκωδικοποίηση διαφόρων τύπων συμπίεσης ήχου που εφαρμόζονται στην τηλεφωνία. Υποστηρίζονται διάφοροι codecs για να μπορέσει να επιτευχθεί μία ισορροπία μεταξύ ποιότητας ήχου και βέλτιστης χρήσης του εύρους ζώνης.
- Προγραμματιστής Χρόνου και Ελεγκτής Εισόδου/Εξόδου (I/O Manager and Scheduler). Αναλαμβάνει λειτουργίες χρονοπρογραμματισμού επιτρέποντας την επίτευξη της βέλτιστης επίδοσης σε κάθε περίπτωση φόρτου εργασίας.

2.5.2 APIs Φόρτωσης Modules

Όπως είναι φανερό και από το πιο πάνω σχήμα υπάρχουν τέσσερα προκειμένου να φορτώνονται modules τα οποία παρέχουν την διαλειτουργικότητα μεταξύ υλικού και πρωτοκόλλων. Θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε την αρχιτεκτονική αυτή ως αρθρωτή πράγμα που επιτρέπει στον πυρήνα του Asterisk να μην χρειάζεται να γνωρίζει τον τρόπο σύνδεσης του χρήστη, τα χρησιμοποιούμενα codecs κ.α.

Με τη χρήση αυτών των APIs, το Asterisk επιτυγχάνει πλήρη ανεξαρτησία μεταξύ της βασικής λειτουργίας του ως PBX και της πληθώρας των τεχνολογιών που υπάρχουν στο χώρο της τηλεφωνίας. Η αρθρωτή δομή του, του επιτρέπει να συνεργάζεται απόλυτα τόσο με τα παραδοσιακά συστήματα, όσο και με τις νέες τεχνολογίες μετάδοσης πακέτων φωνής. Η δυνατότητα που έχει το Asterisk να φορτώνει module για κάθε codec, του επιτρέπει να πραγματοποιεί μετάδοση πακέτων φωνής τόσο σε δίκτυα με μικρό εύρος ζώνης (σύνδεση μέσω modem) με χρήση codec υψηλής συμπίεσης, όσο και σε ευρυζωνικά δίκτυα, παρέχοντας υψηλής ποιότητας ήχο.

Τα τέσσερα APIs αυτά θα αναλυθούν με λεπτομέρεια αμέσως πιο κάτω.

- Asterisk Channels API.

Ένα κανάλι στον ψηφιακό κόσμο είναι το αντίστοιχο μιας τηλεφωνικής γραμμής. Συνήθως συνίσταται από ένα αναλογικό ή ψηφιακό (TDM) σύστημα σηματοδοσίας ή από τον συνδυασμό ενός codec με ένα πρωτόκολλο σηματοδοσίας (SIP-GSM, IAX-uLaw). Αρχικά, όλες οι τηλεφωνικές συνδέσεις ήταν αναλογικές και κατά συνέπεια ευπαθείς στην ύπαρξη ηχούς και θορύβου. Στην συνέχεια τα περισσότερα συστήματα μετατράπηκαν σε ψηφιακά, με τον αναλογικό ήχο να μετατρέπεται σε ψηφιακό με χρήση της PCM (Pulse Code Modulation) τεχνικής συνηθέστερα. Αυτή η μορφή επιτρέπει την μετάδοση φωνής με ρυθμό 64 kilobits/second χωρίς συμπίεση.

Τα κανάλια που υποστηρίζει ο Asterisk είναι τα πιο κάτω.

1. `chan_console`. Το οποίο υποστηρίζει την ύπαρξη κάρτας ήχου στον υπολογιστή.
2. `chan_sip`. Αυτό υποστηρίζει την μετάδοση φωνής πάνω από το IP πρωτόκολλο (VoIP) χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο SIP.
3. `chan_iax`. Αυτό υποστηρίζει την μετάδοση φωνής πάνω από το IP πρωτόκολλο (VoIP) χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο IAX2.
4. `chan_h323`. Το H.323 είναι ένα από τα παλαιότερα και πιο συχνά χρησιμοποιημένα VoIP πρωτόκολλα. Το κανάλι αυτό είναι πολύ χρήσιμο όταν κάποιος προσπαθεί να συνδεθεί σε ένα υπάρχον H.323 δίκτυο. Στον Asterisk υπάρχουν διαφορετικές εκδόσεις του H.323 : `chan_h323` και `chan_oh323`. Με το κανάλι `chan-h323` ο Asterisk μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν πύλη (gateway).
5. `chan_mgcp`. Υποστηρίζει το VoIP πρωτόκολλο χρησιμοποιώντας MGCP (Media Gateway Control Protocol). Προς το παρόν ο Asterisk υποστηρίζει τηλέφωνα που χρησιμοποιούν MGCP, αλλά δεν μπορεί να συνδεθεί σε έναν VoIP πάροχο που χρησιμοποιεί MGCP.
6. `chan_sccp`. Το κανάλι αυτό υποστηρίζει το VoIP πρωτόκολλο της Cisco. Υπάρχουν δύο εκδόσεις η `chan_skinny` και η `chan_sccp2`. Οι δύο εκδόσεις αυτές υποστηρίζουν την πλεοψηφεία των Cisco τηλεφώνων.
7. `chan_unicall`. Χρησιμοποιεί σαν πρωτόκολλο σηματοδοσίας το MFC/R2 για E1 και χρησιμοποιείται στην Κίνα και την Λατινική Αμερική και σε

κάποιες άλλες περιοχές. Υποστηρίζεται από έναν οδηγό για το κανάλι που ονομάζεται Unicall.

8. `chan_agent`. Το κανάλι αυτό χρησιμοποιείτε για την λειτουργία ACD (Automatic Call Distribution). Δεν συνδέεται με κάποιο συγκεκριμένο hardware ή πρωτόκολλο. Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αύξηση της κινητικότητας του συστήματος, επιτρέποντας σε οποιοδήποτε χρήστη να χρησιμοποιεί οποιοδήποτε τηλέφωνο απλά με την είσοδο του στο σύστημα.
9. `chan_local`. Πρόκειται για ένα ψευδό-κανάλι το οποίο αντιστοιχεί σε μία διαφορετική λειτουργία του Dial plan

- Στην συνέχεια δεύτερο κατά σειρά είναι το Codec Translation API.

Συνήθως σε ένα δίκτυο δεδομένων, προσπαθούμε να χρησιμοποιούμε τον μέγιστο δυνατό αριθμό συνδέσεων φωνής. Τα codecs προσδίδουν νέα χαρακτηριστικά στα ψηφιακά φωνητικά δεδομένα. Η συμπίεση είναι ένα από τα πλέον σημαντικά χαρακτηριστικά, αφού επιτυγχάνονται ρυθμοί συμπίεσης μεγαλύτεροι από 8 προς 1. Κάποια άλλα χαρακτηριστικά συμπεριλαμβάνουν την ανίχνευση έναρξης ομιλίας (Voice Activity Detection), τον περιορισμό της απώλειας πακέτων (Packet Loss) και την προσθήκη θορύβου για καλύτερη ακρόαση (Comfort Noise Generation). Ο Asterisk χρησιμοποιεί μία πληθώρα από codec, τα οποία μπορεί εύκολα να μετατρέψει από ένα είδος σε ένα άλλο. Μερικά codecs χρησιμοποιούνται μόνο στην λειτουργία διέλευσης (pass through mode) και αυτά τα codecs δεν μπορούν να μεταφραστούν από ένα τύπο σε κάποιον άλλο.

Στην συνέχεια παραθέτουμε τα codecs τα οποία υποστηρίζονται από τον Asterisk.

1. G.711 ulaw (USA) - (64 kbps).
2. G.711alaw (Europe) - (64 kbps).
3. G.723.1 – Only pass-through mode.
4. G.726 – (16/24/32/40 kbps).
5. G>729 – Needs licensing (8 kbps).
6. GSM – (12 – 13 kbps).
7. iLBC – (15 kbps).
8. LPC10 – (2.5 kbps).
9. Speex – (2.15 – 44.2 kbps).

- File Format API (API αρχείων).

Η αποστολή δεδομένων από μία τηλεφωνική συσκευή σε μία άλλη, θεωρητικά είναι μία απλή υπόθεση αρκεί τα δεδομένα να φτάσουν από τον «αποστολέα» στον «παραλήπτη». Στην πράξη όμως τα πράγματα δεν είναι ακριβώς έτσι. Έτσι είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός πρωτοκόλλου σηματοδοσίας προκειμένου να δημιουργηθεί η σύνδεση ανάμεσα στις τηλεφωνικές συσκευές, και να εγκαθιδρυθεί η τηλεφωνική σηματοδοσία. Τα τελευταία χρόνια, έχει γίνει εξαιρετικά συνήθης η χρήση του πρωτοκόλλου SIP ως πρωτόκολλο σηματοδοσίας. Το πρωτόκολλο H.323 χρησιμοποιείται επίσης συχνά σε VoIP και μάλιστα χρησιμοποιείται από πολλές βασικές εφαρμογές. Ένα άλλο πρωτόκολλο που επίσης χρησιμοποιείται είναι το IAX το οποίο επιπλέον απαιτεί και λιγότερο εύρος ζώνης.

Ο Asterisk υποστηρίζει τα πιο κάτω πρωτόκολλα.

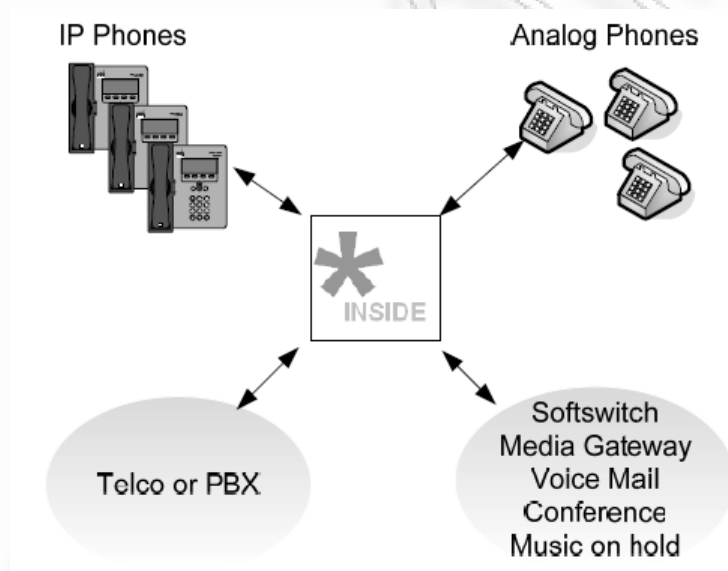
- SIP
- H323
- IAX V1 & V2
- MGCP
- SCCP
- Nortel unistim

- Asterisk Applications API.

Για να πραγματοποιηθεί μία κλήση ανάμεσα σε δύο τηλέφωνα χρησιμοποιείται μία εφαρμογή που ονομάζεται Dial(). Τα περισσότερα χαρακτηριστικά του Asterisk, όπως το Voicemail και η τηλεφωνική συνδιάσκεψη εφαρμόζονται σαν εφαρμογές. Για να δει κάποιος τις διαθέσιμες εφαρμογές του Asterisk που διαθέτει πρέπει στην κονσόλα εντολών να πληκτρολογήσει την εντολή « core show applications». Νέες εφαρμογές μπορούν να εισαχθούν από το Asterisk-addons, από τρίτους προμηθευτές ή ακόμα να αναπτύξει κάποιος εφαρμογές μόνος του.

2.6 Επισκόπηση λειτουργίας του Asterisk

Ο Asterisk είναι ένα ελεύθερο PBX το οποίο λειτουργεί σαν ένα υβριδικό PBX ενσωματώνοντας τεχνολογία TDM και IP τηλεφωνίας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί πιο πάνω, ο Asterisk ενσωματώνει λειτουργίες όπως IVR και ACD και επιπλέον είναι ανοικτός στην ενσωμάτωση και νέων εφαρμογών. Στην εικόνα που ακολουθεί αμέσως πιο κάτω βλέπουμε πως ο Asterisk μπορεί να συνδεθεί με Telco καθώς και με ήδη υπάρχοντα PBX με την χρήση αναλογικών και ψηφιακών διεπαφών όπως επίσης και το ότι υποστηρίζει αναλογικά αλλά και IP τηλέφωνα. Επίσης βλέπουμε και τις λειτουργίες που ενσωματώνει.

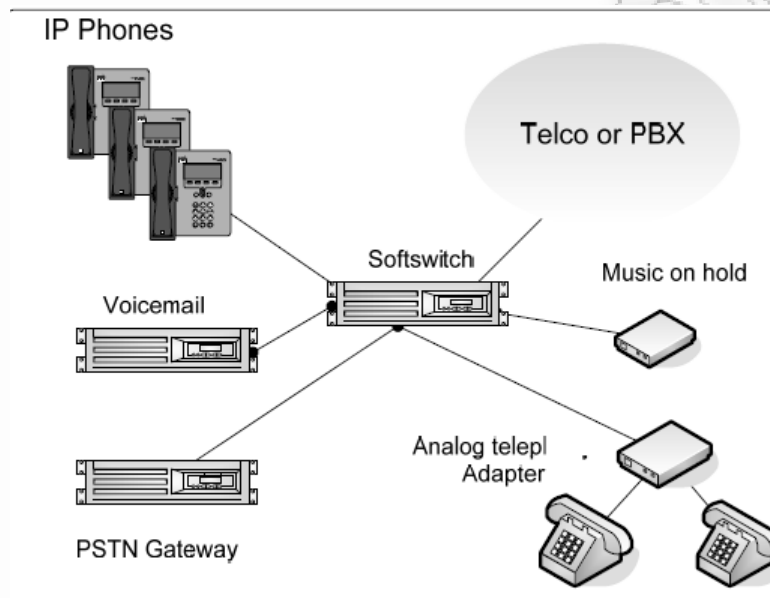


Εικόνα 4 Επισκόπηση του Asterisk (Configuration Guide For Asterisk PBX)

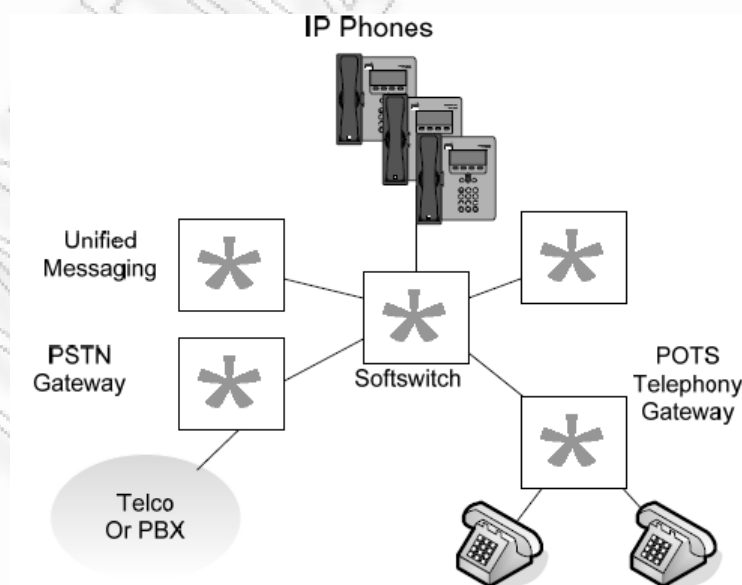
2.7 Διαφορές ανάμεσα στα παλαιά συστήματα και στον Asterisk

Στο παλαιότερο μοντέλο ενός softswitch, όλα τα κομμάτια που το απαρτίζουν πωλούνται ξεχωριστά και στην συνέχεια πρέπει να συνδεθούν σε ένα τελικό λειτουργικό σύνολο. Έτσι λοιπόν κάποιος θα έπρεπε να αγοράσει όλα τα εξαρτήματα

και στην συνέχεια να μπει στην διαδικασία να τα ενσωματώσει. Φυσικά αυτό πέρα από υψηλό κόστος, ενέχει και μεγάλο ρίσκο και απαιτεί πολύ χρόνο για την ολοκλήρωση. Επιπλέον όταν προέκυπτε η ανάγκη για νέες λειτουργίες, θα έπρεπε να αγοραστεί ο κατάλληλος εξοπλισμός και στην συνέχεια να ενσωματωθεί και πάλι. Το μοντέλο αυτό βλέπουμε στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 5 Μοντέλο παραδοσιακού PBX συστήματος (Configuration Guide For Asterisk PBX)



Εικόνα 6 Τηλεφωνία με την χρήση του Asterisk (Configuration Guide For Asterisk PBX)

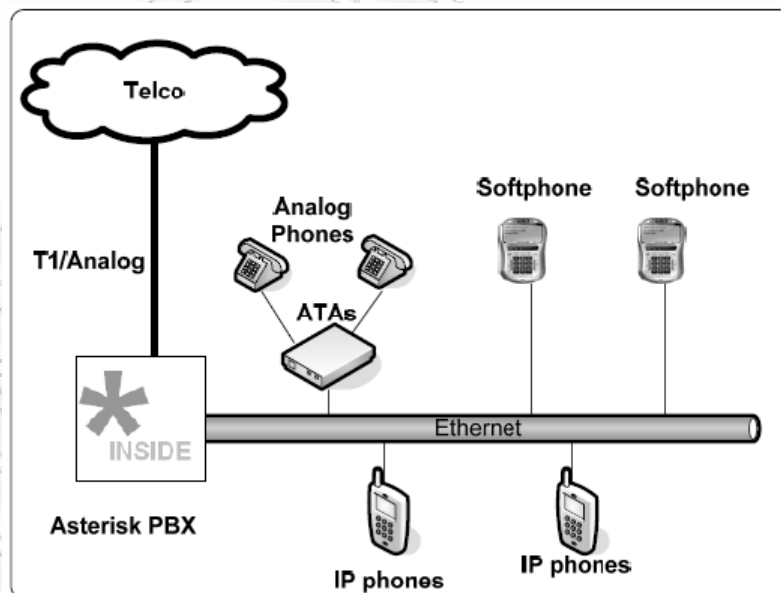
Αντίθετα, με χρήση του Asterisk όλες οι λειτουργίες είναι ενσωματωμένες στην πλατφόρμα όπως βλέπουμε στην προηγούμενη εικόνα.

2.8 Σενάρια χρήσης

Υπάρχουν αρκετά διαφορετικά σενάρια χρήσης για τον Asterisk. Στη παράγραφο αυτή θα παραθέσουμε τα πλέον σημαντικά εξηγώντας τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν καθώς και τυχόν περιορισμούς.

2.8.1 IP PBX

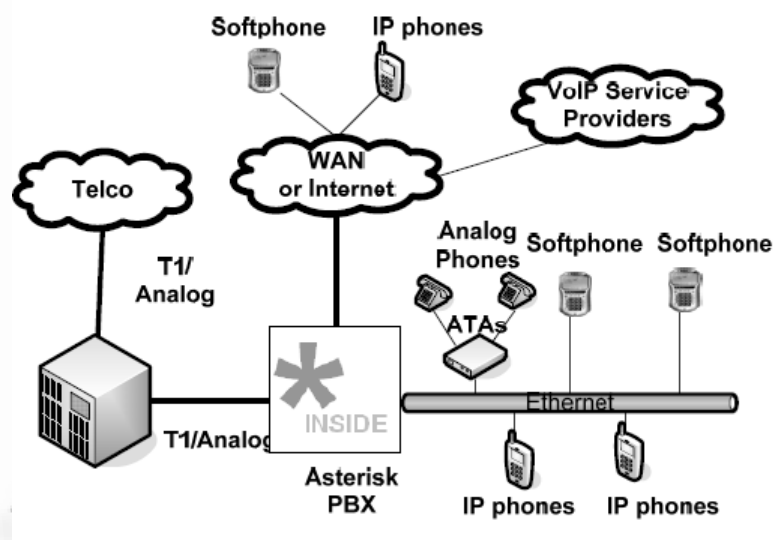
Το πλέον σύνηθες σενάριο χρήσης είναι αυτό που ο Asterisk χρησιμοποιείται σαν PBX. Το κέρδος στην περίπτωση αυτή είναι το εξαιρετικά μειωμένο κόστος σε σχέση με κλασσικά PBXs, ενώ την ίδια στιγμή παρέχει πλουσιότερη γκάμα χαρακτηριστικών. Στην εικόνα που ακολουθεί βλέπουμε σχηματοποιημένο αυτό το σενάριο χρήσης.



Εικόνα 7 PBX σύστημα στηριζόμενο στο IP (Configuration Guide For Asterisk PBX)

2.8.2 IP PBX παράλληλα με υπάρχον PBX

Πρόκειται ίσως για την πιο συνηθισμένη περίπτωση χρήσης. Οι μεγάλες εταιρείες συνήθως δεν είναι διατεθειμένες να πάρουν ρίσκο όταν επενδύουν σε νέες τεχνολογίες, ενώ ταυτόχρονα επιθυμούν να μην απαξιώσουν επενδύσεις που ήδη έχουν κάνει σε εξοπλισμό. Η χρήση εξοπλισμού IP τεχνολογίας παράλληλα με τον εξοπλισμό που ήδη υπάρχει (non IP) είναι μία πολύ ακριβή λύση και έτσι η σύνδεση ενός Asterisk PBX χρησιμοποιώντας T1/E1 γραμμές αποτελεί μία πολύ καλή εναλλακτική λύση. Ένα ακόμα όφελος που προκύπτει από αυτή τη λύση είναι η δυνατότητα που υπάρχει για σύνδεση με έναν πάροχο VoIP υπηρεσιών ο οποίος παρέχει καλύτερους ρυθμούς μετάδοσης. Στο σχήμα που ακολουθεί βλέπουμε αυτό το σενάριο χρήσης.

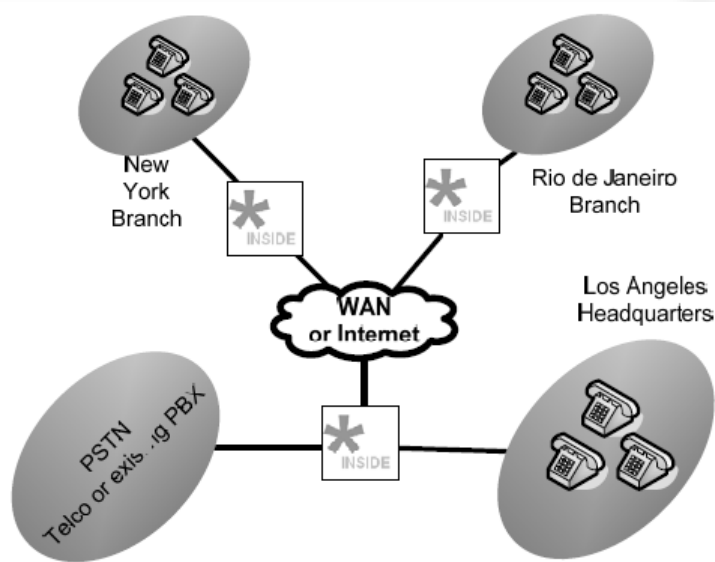


Εικόνα 8 Ενσωμάτωση Asterisk σε υπάρχον PBX (Configuration Guide For Asterisk PBX)

2.8.3 Μηδενικής χρέωσης

Την περίπτωση αυτή χρήσης την βλέπουμε σχηματικά στην πιο κάτω εικόνα. Μία πολύ χρήσιμη εφαρμογή που βρίσκει η VoIP τεχνολογία είναι στην σύνδεση γεωγραφικά απομακρυσμένων γραφείων μίας εταιρείας μέσω του διαδικτύου, ή μέσω ενός WAN δικτύου. Έτσι με την χρήση μίας υπάρχουσας σύνδεσης δεδομένων είναι

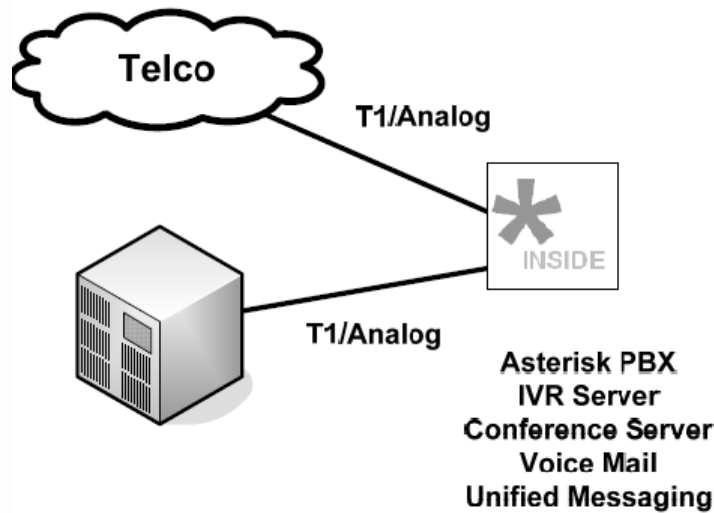
δυνατόν να αποφύγει μία εταιρεία το κόστος που θα απαιτούσε ένας πάροχος τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών για την σύνδεση με τα υποκαταστήματα της.



Εικόνα 9 PBX μηδενικής χρέωσης (Configuration Guide For Asterisk PBX)

2.8.4 Σαν Server εφαρμογών (IVR, Conference, Voicemail)

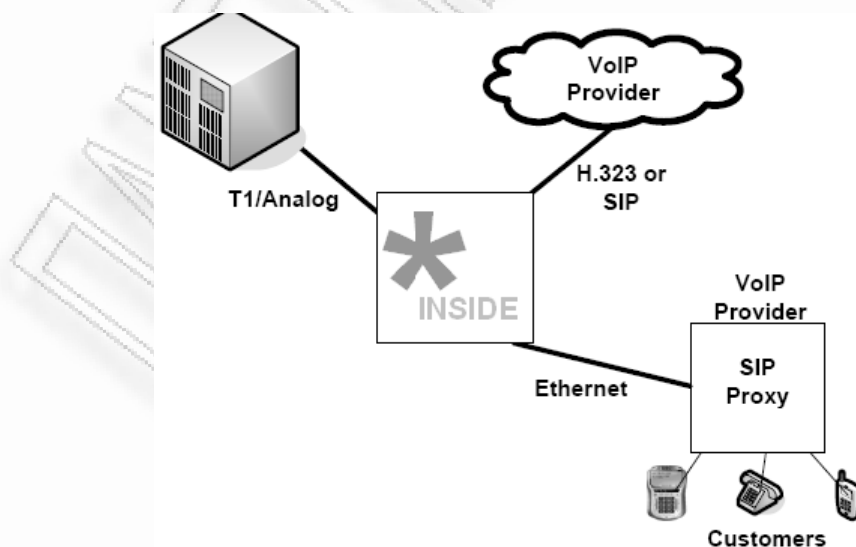
Ο Asterisk μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σαν Server εφαρμογών για ένα υπάρχον PBX ή ακόμα να συνδεθεί απευθείας στο PSTN δίκτυο. Ο Asterisk μπορεί να παρέχει υπηρεσίες όπως Voicemail, υποδοχή Fax, ηχογράφηση κλήσεων, συνδεδεμένο σε μία βάση δεδομένων IVR και σαν Server τηλεφωνικής συνδιάσκεψης. Εάν μάλιστα ολοκληρωθεί το Voicemail και το Fax σε ένα υπάρχον e-mail, τότε προκύπτει ένα ενοποιημένο σύστημα μηνυμάτων (Unified Messaging System) κάτι που διαφορετικά αποτελεί μία πολύ ακριβή υλοποίηση. Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε πως η χρήση του Asterisk σαν server εφαρμογών προσφέρει τεράστια μείωση στο κόστος. Την υλοποίηση αυτή μπορούμε να την δούμε στο σχήμα που ακολουθεί.



Εικόνα 10 Ο Asterisk σαν server εφαρμογών (Configuration Guide For Asterisk PBX)

2.8.5 Media Gateway

Οι περισσότεροι πάροχοι VoIP υπηρεσιών χρησιμοποιούν έναν SIP proxy για την καταγραφή της τοποθεσίας και την αυθεντικοποίηση όλων των SIP χρηστών. Πρέπει δηλαδή να δρομολογούν την κλήση απευθείας στο PSTN δίκτυο, ή να την δρομολογήσουν μέσω ενός παρόχου χρησιμοποιώντας SIP ή H323 πρωτόκολλο για την VoIP σύνδεση.

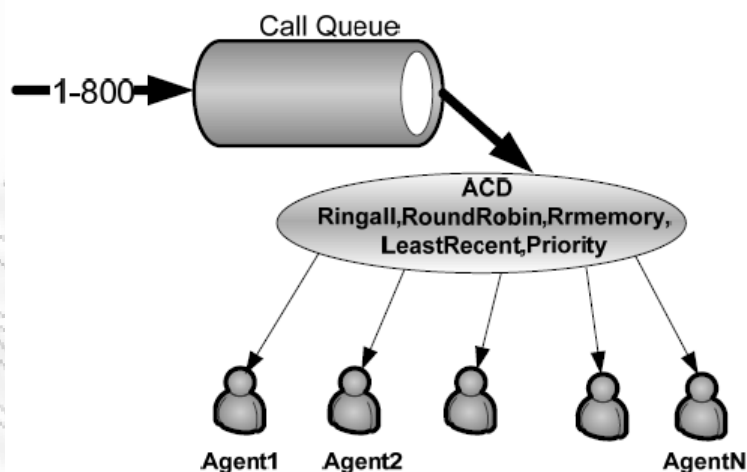


Εικόνα 11 Ο Asterisk Media Gateway (Configuration Guide For Asterisk PBX)

Ο Asterisk μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν B2BUA (back to back user agent) ή σαν media gateway αντικαθιστώντας πολύ ακριβά Soft Switches και Media Gateways. Την χρήση αυτή την βλέπουμε στο επόμενο σχήμα.

2.8.6 Πλατφόρμα τηλεφωνικού κέντρου

Γενικά ένα τηλεφωνικό κέντρο αποτελεί μία πολύπλοκη υλοποίηση καθώς συνδυάζει διάφορες τεχνολογίες όπως ACD (Automatic Call Distribution), IVR (Interactive Voice Response), εποπτεία κλήσεων (Call Supervision) και άλλες. Ο Asterisk έχει ενσωματωμένη την λειτουργία ACD για κλήσεις που βρίσκονται σε ουρά. Η λειτουργία IVR πραγματοποιείται με την χρήση AGI (Asterisk Gateway Interface) ή μέσω άλλων εσωτερικών μηχανισμών όπως για παράδειγμα η εφαρμογή Background. Η λειτουργία CTI (Computer Telephony Integration) πραγματοποιείται με την χρήση AMI (Asterisk Manager Interface) ενώ τέλος η ηχογράφηση και η αρχειοθέτηση των κλήσεων είναι εφαρμογές ενσωματωμένες από την αρχή. Στην εικόνα που ακολουθεί μπορούμε να δούμε την χρήση του Asterisk σαν μία πλατφόρμα τηλεφωνικού κέντρου.



Εικόνα 12 Ο Asterisk πλατφόρμα τηλεφωνικού κέντρου (Configuration Guide For Asterisk PBX)

2.9 Δυνατότητες και λειτουργίες του Asterisk

Είναι πολύ δύσκολο να περιγραφεί το πλήρες φάσμα των δυνατοτήτων του Asterisk λόγω του μεγάλου μεγέθους των περίπλοκων θεμάτων που ενσωματώνει: πολλαπλούς τύπους VoIP καναλιών, υλικά διασύνδεσης, γλώσσα δέσμης ενεργειών (AGI Scripting language), Διασύνδεση Προγράμματος Εφαρμογής (API), και πληθώρα λειτουργιών. Έτσι στην συνέχεια παραθέτουμε συγκεντρωτικά κάποιες από τις λειτουργικές δυνατότητες του Asterisk που τον κάνουν τόσο ισχυρό.

- **ADSI On-Screen Menu System:** Εμφάνιση μενού σε screen phones μέσω του αναλογικού δικτύου για παροχή προσαρμοσμένων λειτουργιών.
- **Alarm Receiver:** Δυνατότητα ειδοποίησης ανάλογα με κάποια προσαρμοσμένα όρια που αφορούν την απόδοση του τηλεφωνικού μας κέντρου (π.χ. μεγάλη αναμονή).
- **Automated Attendant:** Επιτρέπει σε κάποιον να πληκτρολογήσει έναν κεντρικό αριθμό και στη συνέχεια να πληκτρολογήσει τον κωδικό κάποιας υπηρεσίας ή κάποιας extension. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το Dial by Name (βλ. παρακάτω) για να παρέχει π.χ. τη δυνατότητα κλήσης με χρήση ονόματος.
- **Blacklists:** Δημιουργία μαύρης λίστας εισερχομένων κλήσεων (συνήθως με χρήση caller id) και ξεχωριστή διαχείριση της ανάλογα με προσαρμοσμένους κανόνες
- **Call Detail Records:** Αρχείο καταγραφής κλήσεων με στοιχεία όπως η ώρα έναρξης της κλήσης, η διάρκεια της κλήσης, το νούμερο του καλούντα, την κατάσταση της κλήσης, κ.α.
- **Call Forward:** Προώθηση κλήσεων κατά βούληση ή ανάλογα με την κατάσταση (Κατειλημμένο, Δεν απαντά, κ.λ.π.)
- **Call Monitoring:** Παρακολούθηση κλήσεων σε πραγματικό χρόνο ή καταγραφή τους για διασφάλιση ποιότητας υπηρεσιών.
- **Call Parking:** Στάθμευση της κλήσης σε ένα εικονικό νούμερο το οποίο χρησιμοποιείται σαν χώρος στάθμευσης των κλήσεων και επανάκτηση της κλήσης κατά βούληση
- **Call Queuing:** Ουρές αναμονής κλήσεων με δυνατότητα αναπαραγωγής μουσικής ή ανακοινώσεων κατά τη διάρκεια αναμονής.
- **Call Recording:** Ηχογράφηση κλήσεων σε πραγματικό χρόνο

- Call Transfer: Μεταφορά κλήσεων από ένα νούμερο σε ένα άλλο
- Call Waiting: Αναμονή κλήσεων με δυνατότητα αναγνώρισης κλήσης της δεύτερης γραμμής, μουσική κατά τη διάρκεια της αναμονής και προώθηση κλήσης που βρίσκεται στην αναμονή.
- Caller ID: Αναγνώριση κλήσης
- Calling Cards: Δυνατότητα παροχής υπηρεσιών τηλεφωνίας με χρήση προπληρωμένων καρτών ή γενικότερα προπληρωμένων λογαριασμών
- Dial by Name: Δυνατότητα κλήσης με χρήση ονόματος αντί για νούμερο.
- Direct Inward System Access: Δυνατότητα απομακρυσμένης σύνδεσης σε λειτουργίες που είναι διαθέσιμες μόνο σε τοπικές extensions.
- Distinctive Ring: Δυνατότητα αλλαγής του ρυθμού κουνούνισματος του τηλεφώνου
- Distributed Universal Number Discovery (DUNDI): Χρήση του DUNDI για εύρεση τηλεφώνου μέσω ερώτησης σε κάποιον γνωστό μας σύνδεσμο.
- ENUM: Χρήση του ENUM για ενοποίηση του τηλεφωνικού συστήματος αριθμοδότησης (E.164) με το σύστημα διεύθυνσιδοότησης του διαδικτύου (DNS) και έμμεση αναζήτηση.
- Fax Transmit and Receive: Αποστολή/Λήψη Fax και προώθηση στο email
- Flexible Extension Logic: Ευέλικτη και παραμετροποιήσιμη αριθμοδότηση και διαχείριση των κλήσεων.
- Macros: Αυτόματη εκτέλεση πολύπλοκων πολλαπλών ενεργειών που εκτελούνται συχνά για εξοικονόμηση χρόνου και αποφυγή λαθών.
- Predictive Dialer: Αυτόματη κλήση σε τηλεφωνικά νούμερα. Χρησιμοποιείται σε τηλεφωνικά κέντρα (Τήλε-μάρκετινγκ) και πραγματοποιεί κλήσεις προς πιθανούς πελάτες με χρήση εξειδικευμένων αλγορίθμων πρόβλεψης.
- Open Settlement Protocol (OSP): Δυνατότητα τιμολόγησης VoIP υπηρεσιών
- Roaming Extensions: Δυνατότητα περιαγωγής της extension σε οποιοδήποτε σημείο του κόσμου με πρόσβαση σε τηλεφωνικό δίκτυο ή στο internet.
- Call Routing: Δρομολόγηση της κλήσης ανάλογα με τον αριθμό αυτού που καλεί, την ώρα κλήσης, το κόστος κλήσης, κ.α.
- SMS Messaging: Αποστολή γραπτών μηνυμάτων
- Streaming Media Access: Δυνατότητα βιντεοκλήσης,
- Talk Detection: Αναγνώριση ομιλίας με χρήση του sphinx

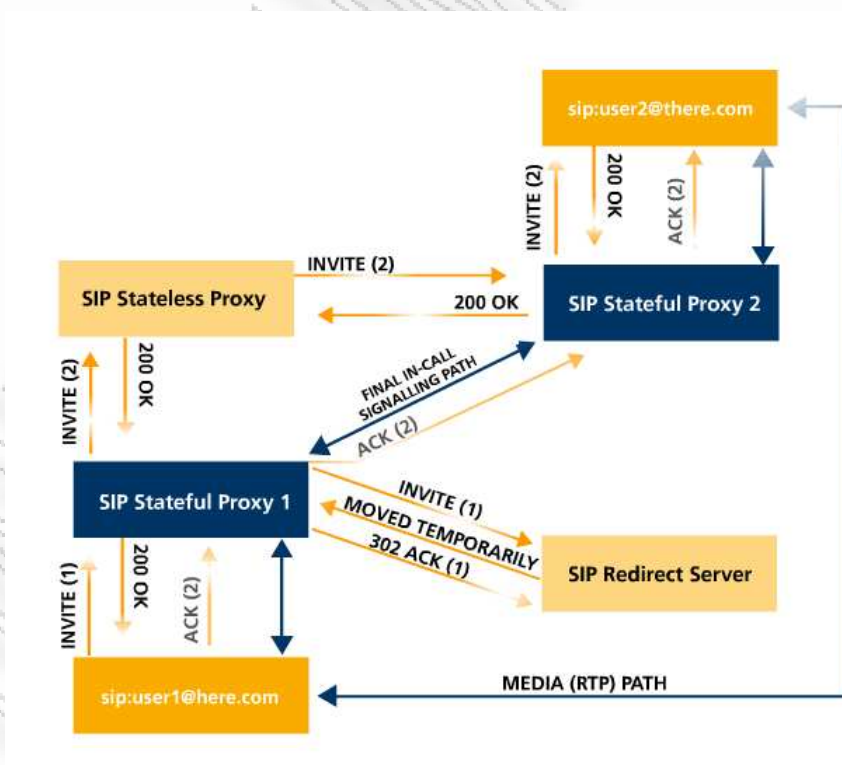
- Text-to-Speech: Εκφώνηση κειμένου μέσω του Festival, Cepstral κ.α.
- VoIP Gateways: Δυνατότητα διασύνδεσης VoIP τερματικών ανεξαρτήτως πρωτοκόλλου που χρησιμοποιεί το καθένα και μετατροπή των μη συμβατών πρωτοκόλλων.
- Voicemail: Αυτόματος τηλεφωνητής με δυνατότητες ειδοποίησης νέων μηνυμάτων μέσω email, αποστολής του μηνύματος ως προσάρτηση σε email, οπτικής απεικόνισης νέων μηνυμάτων στα τερματικά, οργάνωσης σε φακέλους, ομαδικής αποστολής και απομακρυσμένης διαχείρισης.
- Zapateller: Χρήση ειδικού ήχου (*Special Information Tone*) για αποφυγή τηλεφωνημάτων από αυτόματες κλήσεις π.χ. Τήλε-μάρκετινγκ.
- AGI (Asterisk Gateway Interface): Δυνατότητα αλληλεπίδρασης εξωτερικών προγραμμάτων με το Asterisk. Πλήρης διαχείριση του συστήματος σε επίπεδο λειτουργιών και κονσόλας
- Echo cancellation: Δυνατότητα εξάλειψης του φαινόμενου της ηχώ με χρήση εξελιγμένων αλγορίθμων.
- Codecs: Υποστήριξη πληθώρας μεθόδων κωδικο-αποκωδικοποίησης και συμπίεσης όπως: ADPCM, G.711 (A-Law & μ-Law), G.722, G.723.1 (pass through), G.726, G.729(με αγορά άδειας χρήσης), GSM, iLBC, Linear, LPC-10, Speex
- Protocols: Υποστήριξη πληθώρας πρωτοκόλλων όπως: IAX (Inter-Asterisk Exchange), H.323, SIP (Session Initiation Protocol), MGCP (Media Gateway Control Protocol) και τέλος SCCP (Cisco Skinny).

3. Βασικά χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στα κύρια πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στις VoIP επικοινωνίες. Συγκεκριμένα θα παρουσιάσουμε τα πρωτόκολλα SIP, H323 και IAX. Η παρουσίαση των πρωτοκόλλων θα γίνει σε συντομία, καθώς κάτι τέτοιο δεν αποτελεί την κύρια επιδίωξη της παρούσας εργασίας.

3.1 SIP

Το πρωτόκολλο SIP (Session Initiation Protocol, πρωτόκολλο έναρξης συνόδου) είναι ένα πρωτόκολλο σηματοδότησης για την έναρξη, την διαχείριση και τον τερματισμό συνόδων φωνής που λαμβάνουν χώρα κατά μήκος δικτύων πακέτων [3]. Μία σύνοδος SIP αποτελείται από ένα ή περισσότερα μέλη.



Εικόνα 13 Σηματοδότηση SIP

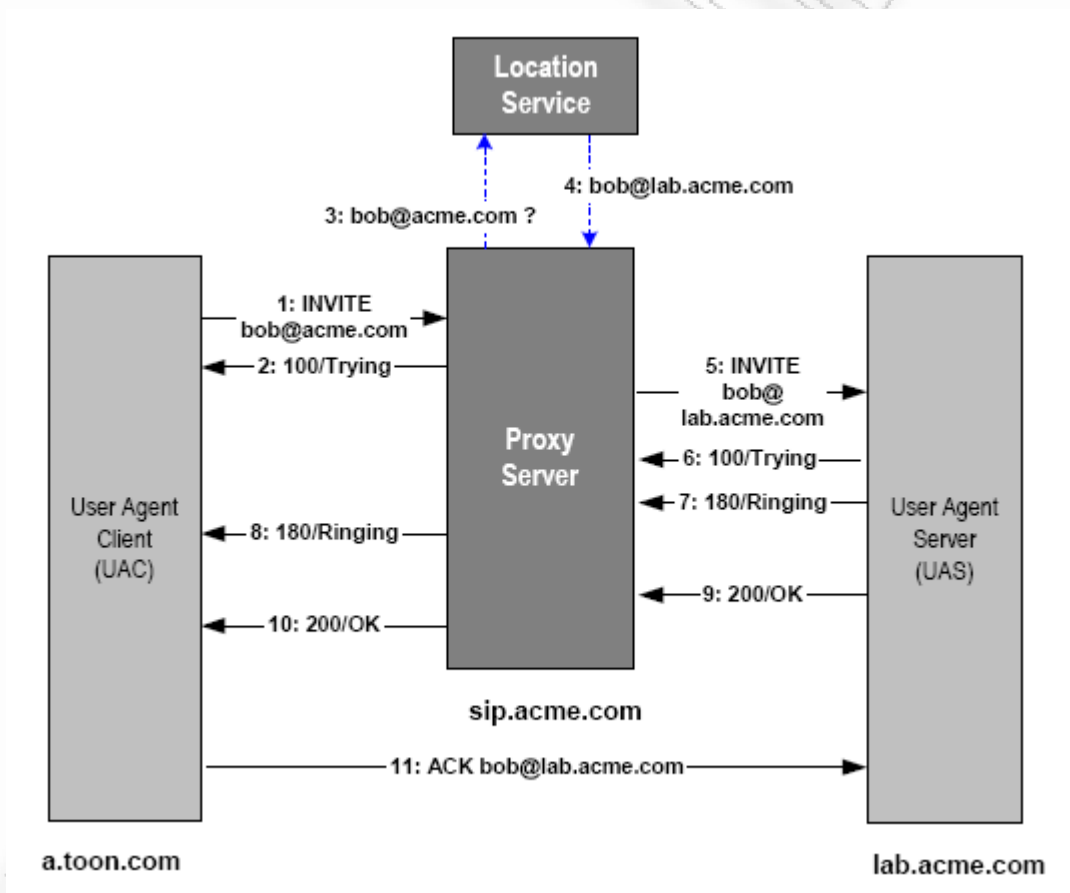
Το πρωτόκολλο SIP υποστηρίζει τόσο την μονόδρομη αποστολή δεδομένων (unicast), όσο και την περίπτωση της ταυτόχρονης αποστολής δεδομένων σε πολλά τερματικά (multicast). Η λογική στην αρχιτεκτονική του πρωτόκολλου είναι παρόμοια με αυτή του HTTP, δηλαδή γράφεται με τρόπο παρόμοιο με την σύνταξη κειμένου και έχει μεγάλα περιθώρια επέκτασης. Έτσι το SIP μπορεί να επεκταθεί προκειμένου να μπορεί να υπηρετεί συγκεκριμένες λειτουργίες και εφαρμογές όπως είναι ο έλεγχος και η διαχείριση τηλεφωνικών υπηρεσιών, η αποστολή και λήψη άμεσων μηνυμάτων, η υποστήριξη κινητικότητας καθώς και η δυνατότητα συνεργασίας με ήδη υπάρχοντα τηλεφωνικά συστήματα.

Στην συνέχεια παραθέτουμε τους τέσσερις τύπους λογικών οντοτήτων (logical entities) που περιλαμβάνει το πρωτόκολλο SIP.

- **User Agent.** Στο SIP ο User Agent (UA) αποτελεί τον τελικό χρήστη. Οι UA εκκινούν και τερματίζουν συνόδους επικοινωνίας με την ανταλλαγή αιτήσεων (requests) και απαντήσεων (responses). Το πρωτόκολλο θεωρεί τον User Agent σαν μία εφαρμογή στην οποία περιέχονται τόσο ο User Agent Client, όσο και ο User Agent Server. Κάποιες συσκευές που θα λειτουργούσαν σαν UA σε ένα SIP δίκτυο είναι ένα IP τηλέφωνο, ένα τηλεφωνικό gateway, κάποιοι τηλεφωνητές που δέχονται κλήσεις ή ακόμα και μία υπηρεσία αυτόματης απάντησης κλήσεων.
- **Proxy Server.** Αποτελεί μία ενδιάμεση οντότητα η οποία λειτουργεί τόσο σαν Server όσο και σαν Client προκειμένου να δημιουργεί αιτήσεις εκ μέρους άλλων πελατών (clients). Οι αιτήσεις αυτές μπορεί να εξυπηρετηθούν είτε εσωτερικά, είτε εναλλακτικά να διαβιβαστούν σε άλλους Server αφού μεταφραστούν αν αυτό είναι αναγκαίο. Ένας Proxy Server, μεταφράζει ή ακόμα και αναδιατυπώνει αν αυτό είναι απαραίτητο ένα αίτημα πριν το προωθήσει.
- **Redirect Server.** Δέχεται SIP αιτήσεις και στην συνέχεια ο Redirect Server βοηθά στον εντοπισμό των SIP UA, παρέχοντας εναλλακτικές περιοχές όπου ο χρήστης μπορεί να είναι διαθέσιμος. Επίσης χρησιμοποιούνται για να υποστηρίξουν την ομαδική αποστολή δεδομένων σε πολλαπλούς χρήστες.

- Registrar. Είναι ένας Server που δέχεται αιτήσεις καταγραφής με σκοπό την ανανέωση της βάσης δεδομένων που περιέχει τις τοποθεσίες των χρηστών, με τα στοιχεία του χρήστη που έκανε το συγκεκριμένο αίτημα.

Το πρωτόκολλο SIP έχει μία ενιαία μορφή για όλες τις εφαρμογές που εκτελεί. Σαν γλώσσα περιγραφής χρησιμοποιεί την SDP, ενώ για πρωτόκολλο μεταφοράς πραγματικού χρόνου χρησιμοποιεί RTP/RTCP – όπως και το H.323. Το SIP τοποθετείται πάνω από το επίπεδο μεταφοράς (transport layer). Θεωρητικά, είναι ανεξάρτητο της μεταφοράς δεδομένων, στην πράξη όμως χρησιμοποιεί UDP και TCP. Το RTP/RTCP λειτουργεί πάνω σε UDP ή ATM.



Εικόνα 14 Αναπαράσταση SIP κλήσης (An overview of H.323 – SIP Interworking)

3.2 H.323

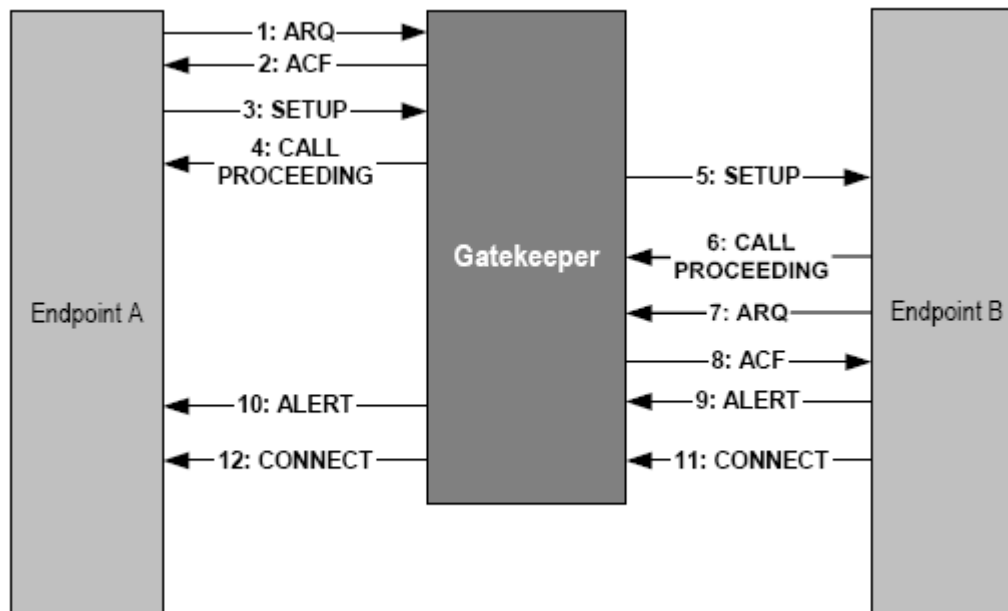
Το πρωτόκολλο H.323, δημιουργήθηκε προκειμένου να καλύψει την απαίτηση για ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα πολυμέσων που θα λειτουργεί σε ένα δίκτυο βασισμένο στην λογική των πακέτων. Τα δίκτυα αυτά καλύπτουν μία μεγάλη γκάμα περιπτώσεων, από τοπικά, εταιρικά δίκτυα μέχρι και δίκτυα δικτύων όπως είναι το διαδίκτυο. Η προδιαγραφή του H.323 περιέχει τις πιο κάτω οντότητες.

- H.323 τερματικά. Αποτελούν τα «άκρα» που παρέχουν επικοινωνίες φωνής και video πραγματικού χρόνου με άλλα H.323 τερματικά που βρίσκονται στο δίκτυο.
- MCU/MC/MPs. Multipoint Controller Units (MCU) που περιέχουν έναν Multipoint Controller (MC) και έναν ή περισσότερους Multipoint Processors (MP) που επιτρέπουν την διαχείριση συσκέψεων πολλών μερών. Το MC ελέγχει την σύσκεψη και δίνει εντολές στα MP για τον χειρισμό των ροών δεδομένων ανάμεσα στους συμμετέχοντες.
- Gateways. Πρόκειται για συσκευές που επιτρέπουν την επικοινωνία ανάμεσα σε IP δίκτυα και σε υπάρχοντα δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος όπως είναι το PSTN και το ISDN. Στην περίπτωση αυτή παρέχουν σηματοδοσία αλλά και μετατροπή ανάμεσα στις χρησιμοποιούμενες κωδικοποιήσεις.
- Gatekeepers. Επιτελούν τον ρόλο του διαχειριστή VoIP υπηρεσιών προς τα τερματικά. Οι βασικές λειτουργίες περιέχουν την διευθυνσιοδότηση, την αυθεντικοποίηση του χρήστη και την εξουσιοδότηση του για χρήση των υπηρεσιών. Οι Gatekeepers χρησιμοποιούν συνήθως τεχνολογίες LDAP και DNS για την λειτουργία τους.

Το H.323 αποτελεί ένα σύνολο δομημένο από άλλα πρωτόκολλα, όπως είναι τα εξής που ακολουθούν.

- H.225.0. Για την διαχείριση υπηρεσιών από τον Gatekeeper, την σύνδεση και την μεταφορά δεδομένων ανάμεσα στα τερματικά.
- H.245. Για την διαχείριση των κλήσεων.
- H.235 για την ασφάλεια.
- H.450.x για συμπληρωματικές υπηρεσίες όπως είναι η μεταφορά κλήσεων και η προώθηση.

Το πρωτόκολλο H.323 βρίσκεται πάνω από το επίπεδο μεταφοράς. Θεωρητικά είναι ανεξάρτητο από την μεταφορά δεδομένων, αλλά στην πράξη τα πρωτόκολλα που αποτελούν το H.323 τρέχουν πάνω από το UDP, το ATM και το TCP.



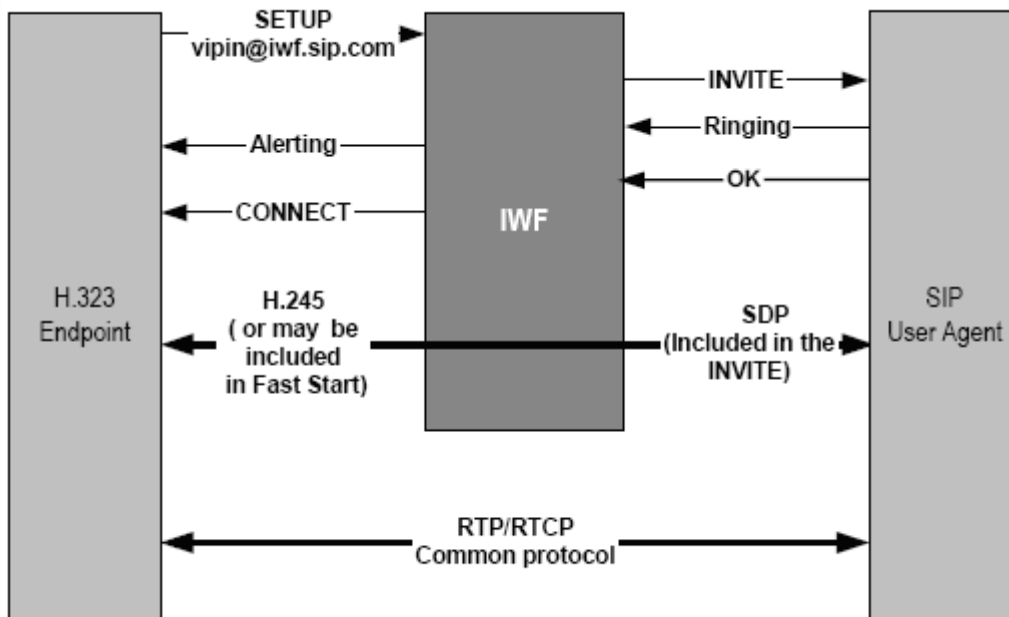
Εικόνα 15 Κλήση με H.323 (An overview of H.323 – SIP Interworking)

3.3 Συνεργασία SIP – H.323

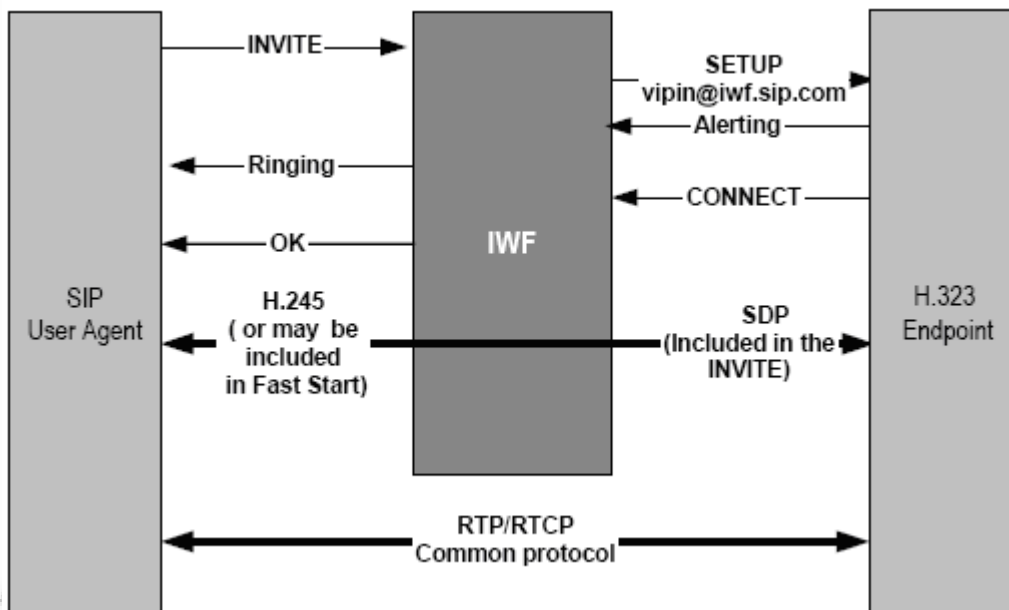
Το πρωτόκολλο H.323 αποτελεί το πλέον διαδεδομένο πρωτόκολλο για VoIP υπηρεσίες σε παγκόσμιο επίπεδο και στηρίζεται από τις μεγαλύτερες εταιρείες του είδους. Το SIP σχεδιάστηκε για VoIP και κερδίζει συνεχώς έδαφος στις αγορές.

Έτσι είναι απαραίτητο να υπάρχει διαλειτουργικότητα ανάμεσα στα δύο. Αυτό μπορεί να γίνει με την χρήση τερματικών που υποστηρίζουν και τα δύο πρωτόκολλα ή μέσω δικτυακών συσκευών γεφύρωσης όπως είναι τα Softswitches και τα Signaling Gateways.

Στην συνέχεια παρουσιάζουμε σενάριο κλήσης ανάμεσα στα δύο πρωτόκολλα.



Εικόνα 16 Κλήση από H.323 προς SIP (An overview of H.323 – SIP Interworking)



Εικόνα 17 Κλήση από SIP προς H.323 (An overview of H.323 – SIP Interworking)

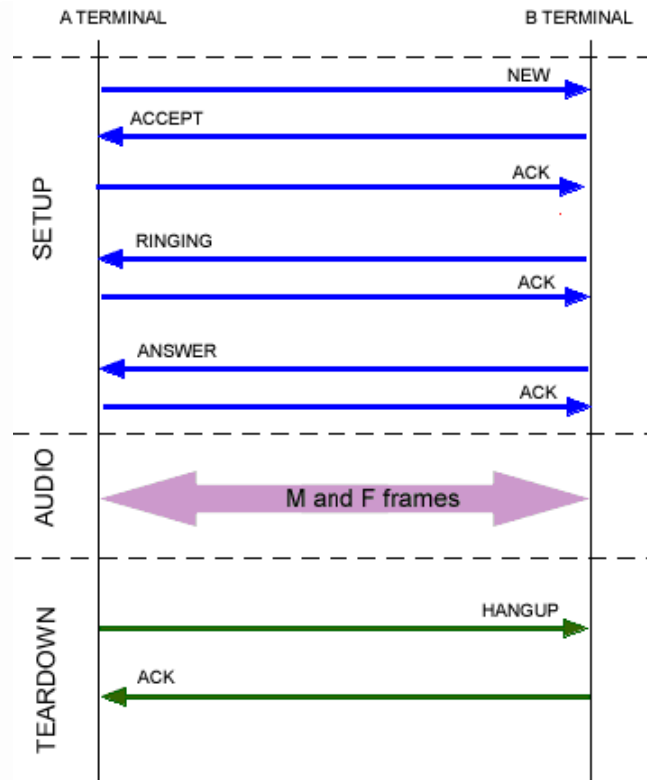
3.4 IAX

Το πρωτόκολλο IAX (Inter-Asterisk eXchange) [4] αναπτύχθηκε για χρήση με το Asterisk PBX, αλλά πλέον υποστηρίζεται και από άλλα εμπορικά συστήματα softswitches και PBX. Χρησιμοποιείται για την δημιουργία VoIP συνδέσεων ανάμεσα σε εξυπηρετητές (servers) ή εναλλακτικά για την επικοινωνία ανάμεσα σε πελάτες και εξυπηρετητές (client-server).

Τα κύρια χαρακτηριστικά του IAX είναι τα ακόλουθα [5].

- Βελτιστοποίηση για εφαρμογές VoIP.
- Καλύτερη αποτελεσματικότητα από το H.323 και το SIP κατά την μεταφορά VoIP κίνησης.
- Μικρή «κατανάλωση» του διαθέσιμου εύρους ζώνης για την μεταφορά σηματοδοσίας και δεδομένων.
- Ενσωμάτωση της τεχνολογίας NAT. Μπορεί να μεταφέρει όλα τα δεδομένα μέσω μιας γνωστής πόρτας UDP.
- Το πρωτόκολλο είναι πλήρες, χωρίς να έχει ανάγκη ένα διαφορετικό πρωτόκολλο για την μεταφορά των δεδομένων. Όλες οι πληροφορίες σηματοδοσίας και χρονισμού μίας κλήσης μεταφέρονται στα IAX πλαίσια (IAX frames).
- Είναι «ελαφρύ», δεν καταναλώνει δηλαδή μεγάλο μέρος από τους πόρους του συστήματος.
- Σχεδιασμένο εξαρχής για εύκολη εγκατάσταση και χρήση.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με κάθε τύπο μεταφερόμενων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένου και video.

Το IAX θεωρείται πως λειτουργεί πιο αποτελεσματικά σε σχέση με τα H.323 και SIP όταν λειτουργεί σε ένα μη προστατευμένο περιβάλλον. Αυτό το καθιστά ιδανικό για χρήση σε περιβάλλον με ύπαρξη NAT και κινητά τερματικά χρηστών.



Εικόνα 18 Κλήση με χρήση IAX

4. Διαμόρφωση του Asterisk

Αφού έχουμε εγκαταστήσει και εκκινήσει τη λειτουργία του Asterisk ήρθε η ώρα να αρχίσουμε να το διαμορφώνουμε έτσι ώστε να του προσθέσουμε λειτουργίες. Η διαδικασία της διαμόρφωσης του Asterisk εξαρτάται κάθε φορά από τις λειτουργίες που επιθυμούμε να παρέχει το τηλεφωνικό μας σύστημα στους χρήστες του. Όπως σε αρκετά UNIX προγράμματα, έτσι και ο Asterisk διαμορφώνεται μέσω πολλών αρχείων (.conf) που συνεργάζονται εσωτερικά μεταξύ τους. Τα .conf αρχεία υπάρχουν στο φάκελο /etc/asterisk. Όλες οι λειτουργίες του Asterisk καθορίζονται μέσα σε αυτά τα αρχεία με μοναδική εξαίρεση να αποτελεί το αρχείο zaptel.conf που βρίσκεται στο φάκελο /etc και παρέχει ρυθμίσεις για το υλικό Zaptel.

4.2 Το PBX σύστημα

Για να δοκιμάσουμε τις δυνατότητες και τις λειτουργίες του Asterisk, αλλά και επιπλέον για να υλοποιήσουμε τις εφαρμογές που αποτελούν το αντικείμενο αυτής της πτυχιακής εργασίας δημιουργούμε ένα Asterisk PBX σύστημα. Για τις εφαρμογές που εξετάζουμε, θα ρυθμίσουμε τον Asterisk να συνεργάζεται με τρία softphones. Για τα softphones επιλέξαμε το μοντέλο x-lite, το οποίο χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο SIP. Θα μπορούσε φυσικά να είχε επιλεγθεί ταυτόχρονα και δεύτερου τύπου softphone, όπως για παράδειγμα το Kias το οποίο χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο IAX. Σε αυτή την περίπτωση ο Asterisk θα λειτουργούσε σαν gateway ανάμεσα στα δύο.

4.2.1 sip.conf

Στο αρχείο sip.conf θα οριστούν οι χρήστες οι οποίοι θα επιτρέπεται να συνδέονται στον Asterisk. Στην προκειμένη περίπτωση θα δηλώσουμε τους τρεις Sip users. Σε πρώτο στάδιο, θα επεξηγήσουμε τις αρχικές ρυθμίσεις και αμέσως μετά θα επεξηγήσουμε πλήρως τον τρόπο που δηλώνουμε τον πρώτο χρήστη.

Οι γενικές δηλώσεις που κάνουμε στον Asterisk είναι οι ακόλουθες.


```
[general]
port=5060
bindaddr=0.0.0.0
context=default
srvlookup=yes
videosupport=yes
```

Σε πρώτη φάση στο αρχείο δηλώνουμε το γενικό περιεχόμενο [general] στο οποίο περιέχονται ρυθμίσεις για το κανάλι καθώς και προκαθορισμένες επιλογές για όλους τους χρήστες που πρόκειται να δηλωθούν στο αρχείο. Φυσικά οι προεπιλεγμένες επιλογές για κάθε χρήστη είναι δυνατόν να διαφοροποιηθούν, αρκεί να υπάρξουν οι κατάλληλες διαφοροποιήσεις στην δήλωση του χρήστη. Στην προκειμένη περίπτωση στο context [general], ορίσαμε την θύρα 5060 για τις SIP συνδέσεις, η οποία αποτελεί και την προεπιλεγμένη (default) τιμή. Τέλος η γραμμή bindaddr=0.0.0.0 λέει στον asterisk να ακούει για SIP συνδέσεις και να επιτρέπει να γίνουν συνδέσεις για όλες τις IP διευθύνσεις που διαθέτει το σύστημα.

Στην συνέχεια παραθέτουμε τον τρόπο δήλωσης του πρώτου SIP χρήστη στο αρχείο sip.conf.

```
[111]
type=friend
secret=123
callerid="sip-user"<KOSTAS>
qualify=yes
nat=yes
host=dynamic
canreinvite=no
context=asterisk-pbx
```

Το περιεχόμενο (context) ενός χρήστη ορίζεται από το όνομα που του δίνουμε τοποθετημένο μέσα σε τετραγωνικά άγκιστρα []. Ένα context βρίσκεται σε ισχύ μέχρι να δηλωθεί το επόμενο μέσα στο αρχείο sip.conf. Στην συγκεκριμένη περίπτωση στο context που ορίσαμε με το όνομα asterisk-pbx δηλώνουμε τα χαρακτηριστικά που θα έχει ο χρήστης 111.

Ο τύπος του χρήστη που έχουμε δηλώσει έχει την τιμή `type=friend`. Αυτό σημαίνει πως ο χρήστης 111 είναι εξουσιοδοτημένος τόσο να δέχεται όσο και να πραγματοποιεί κλήσεις. Εναλλακτικά στην συγκεκριμένη μεταβλητή θα μπορούσαμε να επιλέξουμε ως εξής. `type=peer` αν θέλαμε ο χρήστης να μπορεί να δέχεται μόνο κλήσεις και τέλος αν θέλαμε να επιτρέπουμε στον χρήστη να πραγματοποιεί μόνο κλήσεις θα πρέπει να δηλώσουμε `type=user`.

Η επόμενη γραμμή είναι η `secret=123` η οποία ορίζει το συνθηματικό για την αυθεντικοποίηση του χρήστη. Έτσι για να γίνει δεκτός αυτός ο χρήστης από το σύστημα πρέπει να εισάγει το συνθηματικό 123.

Στο `callerid` βάζουμε αυτό που επιθυμούμε να εμφανίζεται στον δέκτη της κλήσης όταν τον καλεί ο συγκεκριμένος χρήστης. Γενικά καλό είναι πέρα από το όνομα που έχει δοθεί στον χρήστη, να βάζουμε και το `extension` (111 στην συγκεκριμένη περίπτωση) για πιο εύκολη αναγνώριση του καλούντα π.χ σε περίπτωση συνωνυμίας ή ενός πολύ συνηθισμένου ονόματος.

Στην συνέχεια με την επιλογή `qualify=yes` δίνεται η δυνατότητα να παρακολουθούμε την καθυστέρηση που υπάρχει στην επικοινωνία και να συμπεραίνουμε αν το άλλο άκρο της κλήσης είναι προσβάσιμο. Γενικά με την επιλογή `yes` που έχουμε επιλέξει ορίζεται αυτόματα σαν χρόνος η τιμή 2000 msec. Αντικαθιστώντας το `yes`, μπορούμε να ορίσουμε την επιθυμητή από εμάς τιμή. Θα μπορούσαμε για παράδειγμα να γράψουμε `qualify=2500`.

Στην συνέχεια έχουμε δηλώσει `nat=yes`. Η επιλογή αυτή χρησιμοποιείται αν ο χρήστης είναι πίσω από κάποια NAT (Network Address Translation) συσκευή όπως firewall ή router. Η επιλογή αυτή λέει στον Asterisk να αγνοήσει τις πληροφορίες που δέχεται μέσα από το κανάλι της κλήσης και να χρησιμοποιήσει για επικοινωνία την διεύθυνση από την οποία δέχεται τις πληροφορίες.

Στην επόμενη γραμμή με την επιλογή `host=dynamic` λέμε στον Asterisk πως τα τερματικά που χρησιμοποιούμε δεν έχουν σταθερή IP τιμή και έτσι θα πρέπει κάθε φορά που εγγραφόμαστε σε αυτόν να την αναζητά. Εναλλακτικά θα μπορούσαμε να ορίσουμε για τον χρήστη μία στατική IP διεύθυνση, για παράδειγμα την

192.187.10.77 ως εξής `host=192.187.10.77`. Τέλος θα μπορούσαμε να δηλώσουμε και κάποιο domain name.

Η γραμμή `canreinvite=no` λέει στον Asterisk να μην επιτρέπει στους χρήστες να συνδέονται απευθείας μεταξύ τους, αλλά πάντα να παρεμβάλλεται στην επικοινωνία.

Τέλος, το context `asterisk-pbx` ορίζει την θέση που βρίσκονται οι οδηγίες για τον χειρισμό των εισερχόμενων και εξερχόμενων κλήσεων για τον συγκεκριμένο χρήστη στο αρχείο `extensions.conf`. Όπως είναι φανερό για τον χρήστη αυτό δεν επιλέξαμε την επιλογή `context=default` που είχαμε δώσει στις αρχικές δηλώσεις, αλλά επιλέξαμε μία άλλη.

Αφού ολοκληρώσαμε την επεξήγηση του τρόπου δήλωσης των SIP χρηστών, παραθέτουμε και τους δύο άλλους χρήστες του συστήματος μας. Φυσικά η δήλωση και αυτών των χρηστών ακολουθεί την ίδια λογική που μόλις περιγράψαμε και έτσι δεν υπάρχει κάποιος λόγος να επεξηγηθεί και πάλι.

[222]

```
type=friend
secret=123
callerid="sip-user"<Andrew>
quality=yes
nat=yes
host=dynamic
canreinvite=no
context=asterisk-pbx
```

Και για τον τρίτο και τελευταίο χρήστη έχουμε ως εξής.

[333]

```
type=friend
secret=123
callerid="Other"<333>
quality=yes
```

```
nat=yes
host=dynamic
canreinvite=no
context=asterisk-pbx
```

4.2.2 iax.conf

Στην παράγραφο αυτή θα μιλήσουμε για τον τρόπο δήλωσης ενός χρήστη που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο IAX. Αν και στην συγκεκριμένη εργασία δεν ορίσαμε κάποιον IAX χρήστη, κρίνεται σκόπιμο να μιλήσουμε και για την περίπτωση αυτή καθώς το συγκεκριμένο πρωτόκολλο είναι πολύ διαδεδομένο και επιπλέον για να υπογραμμίσουμε την δυνατότητα που έχει ο Asterisk να χειρίζεται χρήστες που χρησιμοποιούν διαφορετικά πρωτόκολλα (SIP και IAX).

Έτσι λοιπόν, θα μπορούσαμε να δηλώσουμε έναν χρήστη στο αρχείο iax.conf με τον ακόλουθο τρόπο.

Στον συγκεκριμένο χρήστη έχουμε δώσει τον αριθμό 111.

```
[general]
bandwidth=medium
context=default

[111]
type=friend
secret=123
callerid="iax-user" <111>
qualify=yes
host=dynamic
context=asterisk-pbx
```

Όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στα πρωτόκολλα SIP και IAX, παρόλα αυτά όμως όπως βλέπουμε πιο πάνω ο τρόπος δήλωσης χρηστών στον Asterisk και στις δύο περιπτώσεις είναι παρόμοιος.

Μία πρώτη διαφορά που μπορεί κάποιος να παρατηρήσει είναι η έλλειψη της γραμμής που δηλώνουμε NAT. Ο λόγος είναι πως στην περίπτωση του IAX υπάρχει πρόβλεψη στην σχεδίαση του, ώστε να μην επηρεάζεται σοβαρά από την τοπολογία του δικτύου διευκολύνοντας την σύνδεση του χρήστη στο σύστημα.

Άλλη μία διαφορά που μπορεί κάποιος να παρατηρήσει ανάμεσα στις δύο περιπτώσεις έχει να κάνει με την επιλογή `bandwidth=medium` που έχει γίνει στο context [general]. Αυτό έχει να κάνει με τους codecs που θα χρησιμοποιηθούν για την επικοινωνία. Στην προκειμένη περίπτωση δηλώνουμε στον Asterisk να χρησιμοποιεί codecs που απαιτούν μέτριο εύρος ζώνης. Άλλες δυνατές επιλογές για την περίπτωση αυτή είναι `high` και `low`.

4.2.3 Διαμόρφωση προγραμμάτων χρηστών

Αφού δηλώσαμε τους τρεις SIP χρήστες, πλέον αυτοί μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Φυσικά απαιτείται κάθε χρήστης να έχει στην διάθεση του μία τηλεφωνική συσκευή. Επιλέξαμε την λύση των softphones, το οποίο θα έχει εγκατεστημένο κάθε χρήστης στον υπολογιστή του.

Επιλέξαμε το SIP softphone με το όνομα `x-lite` το οποίο διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο. Στην επόμενη παράγραφο θα προχωρήσουμε στην επεξήγηση της παραμετροποίησης του `x-lite`.

4.2.4 Διαμόρφωση του x-lite

Αφού επιλέξουμε και κατεβάσουμε από το διαδίκτυο την κατάλληλη έκδοση του `x-lite` για MS Windows, θα προχωρήσουμε στην παραμετροποίηση του.

Με δεξί click του ποντικιού πάνω στην επιφάνεια του προγράμματος επιλέγουμε SIP Accounts Settings και βλέπουμε τους SIP λογαριασμούς που έχει το πρόγραμμα. Πιέζοντας την επιλογή Add θα δημιουργήσουμε έναν νέο λογαριασμό. Στην συνέχεια συμπληρώνουμε τα στοιχεία σύμφωνα με την λογική που περιγράφουμε πιο πάνω.

- User Name : 222 (για τον χρήστη με τον αριθμό 222)
- Password : 123

- Display Name : Ένα οποιοδήποτε όνομα που θα χαρακτηρίζει το συγκεκριμένο softphone
- Domain : Η IP διεύθυνση που βρίσκεται ο Asterisk. Εναλλακτικά μπορούμε να βάλουμε το πλήρες Domain Name. Στην συγκεκριμένη υλοποίηση δημιουργήθηκε ένα τοπικό δίκτυο (LAN) με τον Asterisk και τους υπολογιστές πελάτες. Στα μηχανήματα τοποθετήθηκαν στατικές IP διευθύνσεις.

Στην συνέχεια παραθέτουμε εικόνες από την παραμετροποίηση του προγράμματος x-lite.

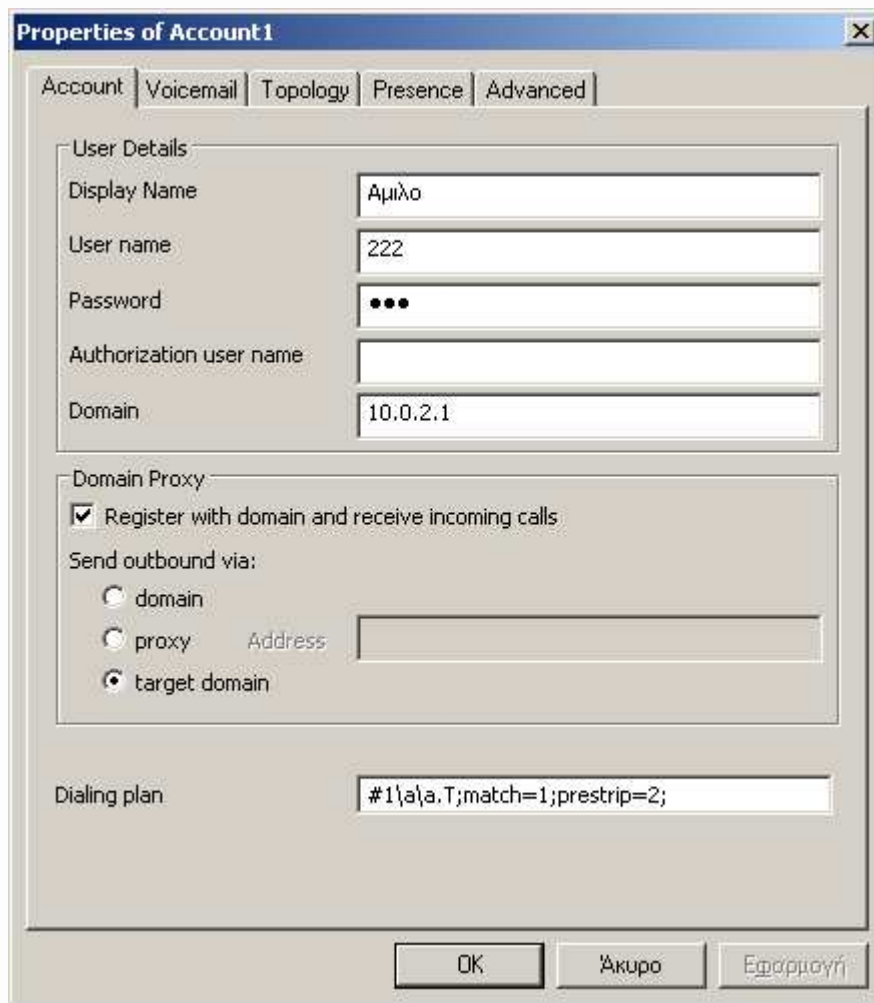
Αρχικά βλέπουμε το παράθυρο όπου είναι δηλωμένοι οι SIP λογαριασμοί.



Εικόνα 19 Ο SIP λογαριασμός που δημιουργήσαμε

Φροντίζουμε να επιλέξουμε το τετράγωνο Enabled, ώστε ο λογαριασμός να είναι ενεργός. Αυτό μας δίνει την δυνατότητα να έχουμε δημιουργήσει περισσότερους από έναν λογαριασμούς με διαφορετικά χαρακτηριστικά μεταξύ τους και να επιλέγουμε ανάλογα ποιον θέλουμε από το τετράγωνο Enabled. Αυτό μπορούμε να το διακρίνουμε στην πιο πάνω εικόνα.

Στην συνέχεια παρουσιάζουμε την καρτέλα όπου συμπληρώνουμε τα χαρακτηριστικά που θέλουμε να δώσουμε σε κάθε λογαριασμό.



Εικόνα 20 Παραμετροποίηση του SIP λογαριασμού

Αφού ολοκληρώσουμε τις ρυθμίσεις και πατήσουμε OK βλέπουμε πως το softphone γίνεται δεκτό από τον Asterisk και είναι έτοιμο για χρήση. Την ίδια διαδικασία ακολουθούμε για όλους τους χρήστες.

Πιο κάτω βλέπουμε το x-lite έτοιμο για χρήση.



Εικόνα 21 Το x-lite έτοιμο για χρήση

4.2.5 IAX Softphone

Όπως σημειώσαμε και πιο πάνω στην παρούσα εργασία δεν δημιουργήσαμε κάποιον IAX χρήστη.

Φυσικά και για την περίπτωση του IAX πρωτοκόλλου υπάρχουν στο διαδίκτυο δωρεάν softphones που να το υποστηρίζουν.

Ενδεικτικά αναφέρουμε το KIAX το οποίο υποστηρίζει την τελευταία έκδοση IAX2 του πρωτοκόλλου IAX.

Η παραμετροποίηση του KIAX είναι εξαιρετικά απλή και παρόμοια με αυτή του x-lite. Επιλέγουμε την διαδρομή File/Settings και στην συνέχεια εισάγουμε τα στοιχεία που θέλουμε. Κάνουμε Save & Close και μετά από μερικές στιγμές το πρόγραμμα έχει συνδεθεί με τον Asterisk και είναι έτοιμο για χρήση.



Εικόνα 22 Το softphone KIAX

4.2.6 extensions.conf

Ακολουθώντας τις ενέργειες που έχουμε περιγράψει πιο πάνω έχουμε καταφέρει να εγγραφούν στον Asterisk και οι τρεις χρήστες. Ακόμα και έτσι όμως, δεν είναι σε θέση να δεχθούν ή να πραγματοποιήσουν κλήσεις. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να διαμορφωθεί κατάλληλα το αρχείο `extensions.conf` το οποίο είναι υπεύθυνο για την δρομολόγηση των κλήσεων. Σε πρώτη φάση, θα διαμορφώσουμε κατάλληλα το αρχείο ώστε να παρέχει απλά την δυνατότητα κλήσεων ανάμεσα στους τρεις χρήστες προκειμένου να επιβεβαιώσουμε την σωστή λειτουργία του συστήματος.

Διαμορφώνουμε λοιπόν το αρχείο `extensions.conf` ως εξής.

```
[general]
```

```
[asterisk-pbx]
```

```
exten => 111,1,Dial(SIP/111)
```

```
exten => 222,1,Dial(SIP/222)
```

```
exten => 333,1,Dial(SIP/333)
```

Εκκινούμε και πάλι τον Asterisk ώστε να φορτώσει τις αλλαγές και είμαστε έτοιμοι να πραγματοποιήσουμε κλήσεις ανάμεσα στους τρεις χρήστες χρησιμοποιώντας τα x-lite softphones που έχουμε εγκαταστήσει σε κάθε υπολογιστή. Στο κεφάλαιο αυτό μας αρκεί να πραγματοποιήσουμε απλά κλήσεις ομιλίας ανάμεσα στους χρήστες. Σε επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε το πλήρες περιεχόμενο του αρχείου `extensions.conf` το οποίο θα παρέχει στο σύστημα μας προηγμένες δυνατότητες και λειτουργίες.

Προς το παρόν στο αρχείο `extensions.conf` δημιουργήσαμε το `context` με όνομα `asterisk-pbx`, το οποίο χρησιμοποιήσαμε και για τον ορισμό των SIP χρηστών. Μέσα στο `context [asterisk-pbx]` ορίσαμε τρεις `extensions` τις 111, 222 και 333 που αποτελούν και τους αριθμούς που έχουμε αναθέσει σε κάθε χρήστη. Έτσι αν κάποιος συνδεδεμένος χρήστης πληκτρολογήσει 111, τότε η εφαρμογή `Dial()` θα καλέσει τον SIP χρήστη με τον αριθμό 111, χρησιμοποιώντας τον ορισμό του στο αρχείο `sip.conf`. Γενικά ο Asterisk ελέγχει σε ποιο `context` ανήκει αυτός που πραγματοποιεί την κλήση από το `sip.conf` αρχείο που αυτός έχει οριστεί και χρησιμοποιεί το `context` αυτό για να καταλάβει τους κανόνες που θα ακολουθήσει στο αρχείο `extensions.conf`.

Θα αναλύσουμε την εικόνα που εμφανίζει το CLI του Asterisk για την πρώτη μόνο κλήση καθώς και για τις επόμενες κλήσεις προφανώς ισχύουν τα ίδια.

Αρχικά βλέπουμε πως ο χρήστης 111 εισάγει τον αριθμό 222 και τον καλεί. Για να γίνει αυτό ενεργοποιείται η εφαρμογή `Dial()` – `Dial(222)` στην προκειμένη περίπτωση – και γίνεται η κλήση. Στην συνέχεια βλέπουμε πως η συσκευή του 222 αρχίζει να χτυπά. Αμέσως μετά βλέπουμε πως ο SIP χρήστης 222 απαντά στην κλήση που του έγινε από τον SIP χρήστη 111 και πλέον υπάρχει μεταξύ τους σύνδεση και συνομιλούν. Τέλος, βλέπουμε πως στο τέλος της συνομιλίας οι χρήστες κλείνουν το τηλέφωνο και η μεταξύ τους σύνδεση διακόπτεται. Συγκεκριμένα στην προκειμένη περίπτωση η κλήση τερματίστηκε από τον SIP χρήστη 111.

Στην συνέχεια παρουσιάζουμε τις κλήσεις ανάμεσα στους χρήστες.

5. Το Dialplan του Asterisk

Το Dialplan του Asterisk δεν είναι τίποτα άλλο από το αρχείο `extensions.conf`, το οποίο θα μπορούσαμε χωρίς αμφιβολία να το χαρακτηρίσουμε ως το πιο νευραλγικό του συστήματος. Στο Dialplan ορίζεται ποιες συσκευές μπορούν να δεχτούν και να πραγματοποιήσουν κλήσεις αλλά και με ποιο τρόπο αυτό γίνεται. Ουσιαστικά δηλαδή δεν είναι τίποτα άλλο πέρα από μία λίστα με οδηγίες και παραμέτρους που πρέπει να ακολουθεί ο Asterisk.

5.1 Δομή

Η δομή του Dialplan αποτελείται από τέσσερα κύρια μέρη : τα contexts, τα extensions, τις προτεραιότητες και από τις εφαρμογές. Στην συνέχεια αυτού του κεφαλαίου θα επεξηγήσουμε τον τρόπο σύνταξης και τις παραμέτρους που χρησιμοποιούμε σε κάθε περίπτωση για την ολοκλήρωση του συνολικού Dialplan.

5.1.1 Contexts

Τα Dialplans χωρίζονται εσωτερικά σε τομείς που ονομάζονται contexts. Ένα context ξεκινάει με το όνομά του μέσα σε τετραγωνικά άγκιστρα [] και τελειώνει όταν ξεκινήσει το επόμενο. Στο asterisk-pbx που είδαμε πιο πάνω δηλώσαμε δύο contexts, το `[general]` και το `[asterisk-pbx]`. Προφανώς οτιδήποτε βρίσκεται ανάμεσα στα δύο, ανήκει στο πρώτο.

```
[general]
```

```
.....  
.....  
.....
```

```
[asterisk-pbx]
```

Το context δεν είναι τίποτα άλλο παρά μία ομάδα από extensions. Δηλαδή, μέσω των context, μπορούμε να χωρίσουμε το πλήθος των extension που έχουμε στο σύστημά μας και να τις χειριστούμε εντελώς ανεξάρτητα. Οι extensions που βρίσκονται μέσα σε ένα context μπορούν να αλληλεπιδράσουν μόνο με αυτές που υπάρχουν στο ίδιο context εκτός αν έχει δηλωθεί διαφορετικά με τη μέθοδο include. Άρα τα contexts μας επιτρέπουν να κρύψουμε ή να κάνουμε απροσπέλαστες συγκεκριμένες extensions από άλλες extensions.

5.1.2 Context [general]

Στο context [general] ορίζονται κάποιες ιδιότητες του extensions.conf και γενικές συμπεριφορές του αρχείου. Για παράδειγμα μπορούμε να επιλέξουμε αν θέλουμε να σώζουμε το αρχείο από την κονσόλα του Asterisk με την εντολή save dialplan, θέτοντας τις επιλογές static=yes και writeprotect=no. Με την επιλογή autofallthrough μπορούμε να ορίσουμε το Asterisk να κλείνει το κανάλι της κλήσης αν του τελειώσουν οι διαθέσιμες επιλογές που του έχουμε ορίσει μέσω των extensions. Με την επιλογή clearglobalvars το Asterisk με κάθε επανεκκίνηση ή επαναφόρτωση των αρχείων με την εντολή reload, θα διαβάζει εκ νέου τις μεταβλητές που βρίσκονται στο [globals], σε κάθε άλλη περίπτωση ότι υπάρχει στο [globals] θα συνεχίζει να υπάρχει ακόμα και αν το διαγράψουμε από το extensions.conf. Τέλος με την επιλογή priorityjumping=yes, οι εφαρμογές που υποστηρίζουν άλματα προτεραιότητας ανάλογα με το αποτέλεσμα της λειτουργίας τους (Dial()) μπορούν να τα πράξουν.

5.1.3 Context [globals]

Στο context [globals] ορίζονται μεταβλητές οι οποίες ισχύουν για όλες τις extensions ανεξαρτήτου context που περιέχονται, και διευκολύνουν πολύ στην αναγνωσιμότητα του dialplan και στην αποφυγή τυπογραφικών λαθών.

Η σύνταξη μία global μεταβλητής είναι:

```
[globals]
```

```
ONOMA_METABΛΗΤΗΣ=ΤΙΜΗ
```

Για να χρησιμοποιήσουμε την τιμή της μεταβλητής μέσα στο dialplan θα πρέπει να την καλέσουμε ως `{ONOMA_METABΛΗΤΗΣ}`.

Εναλλακτικά μπορούμε να δηλώσουμε μια global μεταβλητή, δυναμικά, μέσα από το dialplan με την εφαρμογή `SetGlobalVar(ONOMA_METABΛΗΤΗΣ=ΤΙΜΗ)`.

5.2 Extensions

Όπως ήδη αναφέρθηκε, μέσα σε κάθε context περιέχεται μία ή περισσότερες extensions. Μία extension, είναι μία οδηγία που θα ακολουθήσει το Asterisk αν δεχθεί μία κλήση ή αν κάποιος χρήστης πληκτρολογήσει κάποια ψηφία. Οι extensions λοιπόν, ορίζουν το πώς η κλήση θα κινηθεί μέσα από μία σειρά αποφάσεων και παραδοχών.

Η παραδοσιακή έννοια του όρου extension αναφέρεται στο νούμερο κάποιας συσκευής που συνδέεται στο PBX. Στο Asterisk όμως σημαίνει πολλά περισσότερα. Μια extension μπορεί να είναι μόνο μία γραμμή που να συσχετίζει την extension με τη συσκευή, όπως στο παράδειγμα του asterisk-pbx, η extension 111 συσχετίζεται μέσω της `Dial()` με το softphone του χρήστη sip-user. Στο Asterisk όμως εκτός από συσκευή, μία extension μπορεί να συσχετιστεί με τον αυτόματο τηλεφωνητή, με μία ουρά αναμονής, ή ακόμα και με πλήθος συσκευών.

Μία extension ορίζεται με τη λέξη `exten` ακολουθούμενη από τα σύμβολα `=` και `>`. Ο γενικός τύπος ορισμού μίας extension είναι:
`exten => νούμερο (ή όνομα), προτεραιότητα, εφαρμογή.`

Κάθε γραμμή ξεκινάει με την εντολή `exten =>`. Στη συνέχεια ακολουθεί το νούμερο (ή το όνομα) της extension. Το νούμερο αυτό δείχνει στο Asterisk ποια σειρά εντολών θα πρέπει να τρέξει.

Αυτό το νούμερο μπορεί να ανιχνευτεί μέσω τριών βασικών τρόπων.

1. Να αποστέλλεται μαζί με την κλήση από την τηλεφωνική εταιρία. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται Direct Inward Dialing (DID).
2. Οι χρήστες να τον πληκτρολογούν στην τερματική τους συσκευή.
3. Μέσω κάποιων ειδικών extensions που ορίζονται από τον Asterisk.

Οι πλέον συνηθισμένες από αυτές τις extensions που μπορεί να συναντηθούν είναι αυτές που ακολουθούν.

- s (start): Χρησιμοποιείται όταν δεν είναι δυνατόν, να γνωρίζει το Asterisk με ποια ακριβώς extension επιθυμεί να συνδεθεί ο καλών. Αυτή η περίπτωση συναντάτε όταν η κλήση προέρχεται απ' το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο και δεν έχει συμφωνηθεί κάποιο DID νούμερο με τον πάροχο τηλεφωνίας.
- t (timeout): Αν απαιτείται από το χρήστη να εισάγει δεδομένα όπως συμβαίνει σ' ένα IVR σύστημα και ο χρήστης καθυστερήσει, τότε θα εκτελεστεί η ειδική extension t.
- i (invalid): Αν απαιτείται από το χρήστη να εισάγει δεδομένα και τα δεδομένα που εισήγαγε είναι μη αποδεκτά, τότε θα εκτελεστεί η ειδική extension i.
- fax: Αν το Asterisk αντιληφθεί ότι η εισερχόμενη κλήση είναι μήνυμα fax, τότε θα εκτελεστεί η ειδική extension fax.

5.3 Προτεραιότητες

Μετά το όνομα, ακολουθεί η προτεραιότητα. Ο Asterisk ξεκινάει πάντα με την προτεραιότητα 1, εκτελεί την εφαρμογή και προχωράει στην επόμενη προτεραιότητα, 2 ή γενικότερα $x+1$. Κάποιες εφαρμογές όπως η Dial(), μπορούν να αναγκάσουν το Asterisk να κάνει άλμα προτεραιοτήτων και να πάει κατευθείαν στην προτεραιότητα $x+101$ (όπου x ο αριθμός της προτεραιότητας της εφαρμογής που προκάλεσε το άλμα), δυνατότητα η οποία μας επιτρέπει να δρομολογήσουμε τις κλήσεις βασισμένοι σε αποφάσεις, όπως για παράδειγμα, αν ο προορισμός είναι κατειλημμένος. Εκτός από τον αριθμητικό συμβολισμό των προτεραιοτήτων, οι δημιουργοί του Asterisk, γνωρίζοντας το μέγεθος που μπορεί να αποκτήσει ένα σύνθετο dialplan και τις επιπτώσεις που θα είχε έστω και η παραμικρή αλλαγή σε αυτό, δημιούργησαν την ειδική προτεραιότητα n. Η προτεραιότητα αυτή, παίρνει αμέσως την επόμενη τιμή από την προηγούμενη της. Έτσι στην περίπτωση ύπαρξης μεγάλων αρχείων, αν διαπιστώσουμε πως απαιτείται να γίνουν αλλαγές στον τρόπο εκτέλεσης των εφαρμογών, αυτό τώρα μπορεί να γίνει εύκολα και ανώδυνα.

5.4 Εφαρμογές

Τέλος έχουμε την εφαρμογή. Μέσω των εφαρμογών υλοποιούνται οι βασικές λειτουργίες του Asterisk. Οι εφαρμογές εκτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες σε μία κλήση, όπως αναπαραγωγή ήχου, επεξεργασία τονικών ήχων εισόδου, ή ακόμα και τερματισμό της κλήσης.

Στην συνέχεια παραθέτουμε τις βασικότερες εφαρμογές που μπορεί να εκτελέσει ο Asterisk.

- **Answer():** Απαντάει τη γραμμή. Πολλές εφαρμογές απαιτούν η γραμμή να έχει απαντηθεί πρώτα από το Asterisk προτού μπορέσουν να εκτελεστούν (Playback, Background, κ.λ.π.).
- **Hangup():** Εκτελεί την ακριβώς αντίθετη λειτουργία από την Answer. Κλείνει δηλαδή το κανάλι επικοινωνίας που δημιουργήθηκε από κάποια άλλη εφαρμογή.
- **Playback(αρχείο ήχου):** Αυτή η εφαρμογή αναπαραγάγει ένα αρχείο ήχου .wav ή .gsm
- **Background (αρχείο ήχου):** Λειτουργεί παρόμοια με το Playback με τη διαφορά ότι ακούει για τονικούς ήχους.
- **Queue(όνομα ουράς | επιλογές):** Η εφαρμογή Queue τοποθετεί την κλήση στην ουρά αναμονής με το όνομα και τις επιλογές που δηλώθηκαν κατά την εκτέλεση της. Θα πρέπει ήδη να υπάρχει δηλωμένη αντίστοιχη ουρά στο αρχείο queues.conf
- **Wait (δευτερόλεπτα):** Προκαλεί παύση για καθορισμένο χρονικό διάστημα προκειμένου να εκτελεστούν χρονοβόρες διαδικασίες όπως εγγραφή και ανάγνωση από αρχείο.
- **NoOp (αλφαριθμητικό):** Η εφαρμογή αυτή δεν εκτελεί κάποια συγκεκριμένη λειτουργία. Τυπώνει μονάχα το αλφαριθμητικό που έλαβε ως όρισμα, στην κονσόλα του Asterisk. Χρησιμεύει όταν ψάχνουμε για σφάλματα στο dialplan.
- **Voicemail (extension):** Στέλνει την κλήση στον αυτόματο τηλεφωνητή της extension που δόθηκε σαν όρισμα κατά την εκτέλεσή της. Η υλοποίηση της Voicemail αναπαραγάγει κάποια ηχογραφημένα μηνύματα ως χαιρετισμούς.

- Τοποθετώντας το γράμμα u πριν από την extension αναπαραγάγετε ο χαιρετισμός «Μη διαθέσιμος».
- Τοποθετώντας το γράμμα b πριν από την extension αναπαραγάγετε ο χαιρετισμός «Κατειλημμένος».
- Τοποθετώντας το γράμμα s πριν από την extension δεν αναπαραγάγετε κανένα χαιρετισμό.

Για να λειτουργήσει η Voicemail, θα πρέπει να έχει δημιουργηθεί για την extension, ο αντίστοιχος λογαριασμός στο αρχείο voicemail.conf

- VoicemailMain(): Αυτή η εφαρμογή, επιτρέπει στους χρήστες να ακούσουν τα μηνύματα τους, να ηχογραφήσουν προσαρμοσμένους χαιρετισμούς και να αλλάξουν κάποιες ρυθμίσεις του λογαριασμού τους. Μπορεί να πάρει σαν όρισμα τη θυρίδα που επιθυμούμε να συνδεθεί κάποιος χρήστης απευθείας, χωρίς την ανάγκη αυθεντικοποίησης του.
- Dial (Τεχνολογία/id, επιλογές, χρόνος): Η εφαρμογή Dial() λέει στο Asterisk να καλέσει μέσω της «τεχνολογίας» τον αριθμό «id» και όταν η γραμμή απαντηθεί να ενώσει τα δύο άκρα της επικοινωνίας ανεξαρτήτου τεχνολογίας που χρησιμοποιούν,

Οι επιλογές που μπορούμε να ορίσουμε στην Dial είναι:

- t: επιτρέπει στον καλούμενο τη μεταφορά της κλήσης πατώντας το πλήκτρο # ή όποιον άλλον συνδυασμό πλήκτρων έχει ορίσει στο αρχείο features.conf
- T: επιτρέπει στον καλούντα τη μεταφορά της κλήσης πατώντας το πλήκτρο # ή όποιον άλλον συνδυασμό πλήκτρων έχει ορίσει στο αρχείο features.conf
- r: μιμείται τον ήχο κλήσης στο ακουστικό του καλούντα.
- m: παρέχει μουσική κατά τη διάρκεια της αναμονής
- g: Αν ο προορισμός κλείσει τη γραμμή τότε συνεχίζει στην επόμενη προτεραιότητα του extension.
- w: Επιτρέπει την ηχογράφηση της κλήσης από τον καλούμενο με το πάτημα της αλληλουχίας των πλήκτρων που ενεργοποιούν το automon όπως αυτά έχουν οριστεί στο αρχείο features.conf.

- W: Επιτρέπει την ηχογράφηση της κλήσης από τον καλούντα με το πάτημα της αλληλουχίας των πλήκτρων που ενεργοποιούν το automon όπως αυτά έχουν οριστεί στο αρχείο features.conf.

Έχοντας πλέον αναφέρει τα πιο πάνω, είμαστε σε θέση πια να παρουσιάσουμε το αρχείο extensions.conf που δημιουργήσαμε στα πλαίσια της εργασίας αυτής και να προχωρήσουμε στην επεξήγηση του.

```
[general]
```

```
autofallthrough=yes  
clearglobalvars=yes  
;priorityjumping=yes
```

```
[asterisk-pbx]
```

```
exten => 111,1,Noop()  
exten => 111,2,Dial(SIP/111,20,tr)  
exten => 111,n,Goto(111- $\{\text{DIALSTATUS}\}$ ,1)  
exten => 111-NOANSWER,1,Voicemail(u111)  
exten => 111-BUSY,1,Voicemail(b111)  
exten => 111-ANSWER,1,Hangup()  
exten => _111-.,1,Goto(111-NOANSWER,1)
```

```
exten => 222,1,Noop()  
exten => 222,2,Dial(SIP/222,20,tr)  
exten => 222,n,Goto(111- $\{\text{DIALSTATUS}\}$ ,1)  
exten => 222-NOANSWER,1,Voicemail(u111)  
exten => 222-BUSY,1,Voicemail(b111)  
exten => 222-ANSWER,1,Hangup()  
exten => _222-.,1,Goto(111-NOANSWER,1)
```

```
exten => 333,1,Noop()
```

```
exten => 333,2,Dial(SIP/333,20,tr)
exten => 333,n,Goto(111-#{DIALSTATUS},1)
exten => 333-NOANSWER,1,Voicemail(u111)
exten => 333-BUSY,1,Voicemail(b111)
exten => 333-ANSWER,1,Hangup()
exten => _333-.,1,Goto(111-NOANSWER,1)
```

Βλέπουμε λοιπόν πως με την πρώτη γραμμή έχουμε ζητήσει από τον Asterisk να μην κάνει καμία ενέργεια.

Στην συνέχεια έχουμε την γραμμή :

```
exten => 111,2,Dial(SIP/111,20,tr)
```

Στην περίπτωση αυτή θα πραγματοποιείται κλήση προς τον χρήστη SIP με τον αριθμό 111. Η συσκευή του χρήστη 111 θα χτυπάει για 20 δευτερόλεπτα όταν δέχεται κλήση. Ο καλών θα ακούει στο ακουστικό του έναν ήχο που μιμείται τον κλασσικό ήχο κλήσης που υπάρχει στις συμβατικές συσκευές. Τέλος η μεταβλητή t, επιτρέπει την μεταφορά της κλήσης.

```
exten => 111-NOANSWER,1,Voicemail(u111)
```

Αν ο χρήστης 111 δεν απαντήσει σε 20 δευτερόλεπτα, τότε ο Asterisk θα προχωρήσει στην αναπαραγωγή του μηνύματος Nobody is available to take your call at the moment, ενημερώνοντας τον καλούντα πως ο χρήστης 111 πιθανότατα απουσιάζει και στην συνέχεια θα τερματίσει την κλήση.

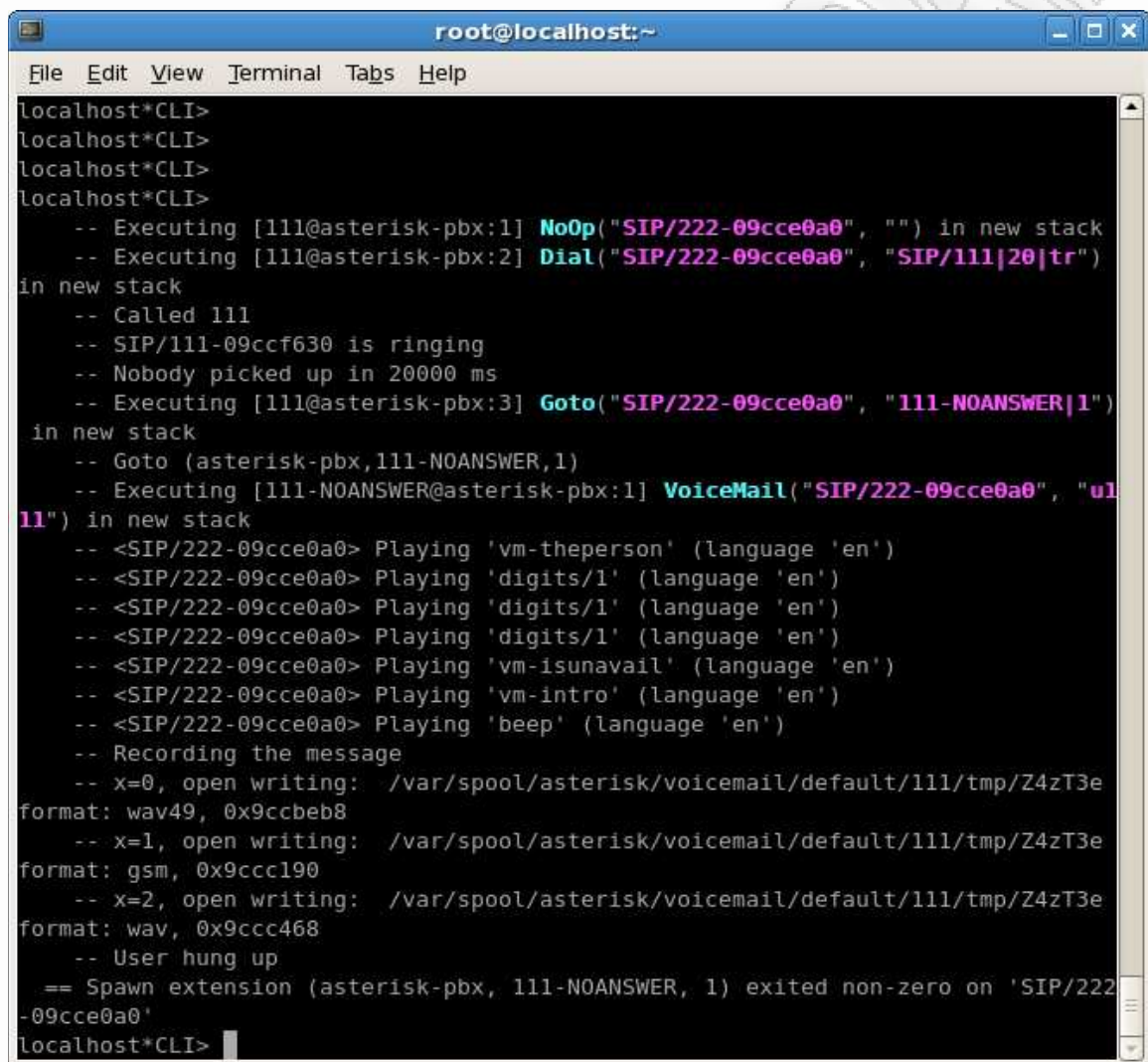
```
exten => 333-BUSY,1,Voicemail(b111)
```

Αν τώρα, κληθεί ο χρήστης 111 ενώ είναι κατειλημμένος, ο Asterisk θα προχωρήσει στην αναπαραγωγή του μηνύματος All circuits are busy now και στην συνέχεια θα τερματίσει την κλήση.

```
exten => 333-ANSWER,1,Hangup()
```

Μετά την αναπαραγωγή των μηνυμάτων, ο Asterisk κλείνει την γραμμή (σύνδεση) αυτό γίνεται πηγαίνοντας μέσω των προτεραιοτήτων στην πιο πάνω γραμμή.

Για να επιβεβαιώσουμε τα πιο πάνω, αλλά και να δούμε στην πράξη τον τρόπο που λειτουργούν θα καλέσουμε από τον χρήστη 222 στον χρήστη 111. Ο χρήστης 111 δεν θα απαντήσει στην κλήση και μετά από 20 δευτερόλεπτα θα έρθει η απόκριση από το Voicemail. Το σενάριο αυτό παρουσιάζεται στο CLI του Asterisk όπως φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα.



```
root@localhost:~  
File Edit View Terminal Tabs Help  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
-- Executing [111@asterisk-pbx:1] NoOp("SIP/222-09ccea0", "") in new stack  
-- Executing [111@asterisk-pbx:2] Dial("SIP/222-09ccea0", "SIP/111|20|tr")  
in new stack  
-- Called 111  
-- SIP/111-09ccf630 is ringing  
-- Nobody picked up in 20000 ms  
-- Executing [111@asterisk-pbx:3] Goto("SIP/222-09ccea0", "111-NOANSWER|1")  
in new stack  
-- Goto (asterisk-pbx,111-NOANSWER,1)  
-- Executing [111-NOANSWER@asterisk-pbx:1] VoiceMail("SIP/222-09ccea0", "u1  
11") in new stack  
-- <SIP/222-09ccea0> Playing 'vm-theperson' (language 'en')  
-- <SIP/222-09ccea0> Playing 'digits/1' (language 'en')  
-- <SIP/222-09ccea0> Playing 'digits/1' (language 'en')  
-- <SIP/222-09ccea0> Playing 'digits/1' (language 'en')  
-- <SIP/222-09ccea0> Playing 'vm-isunavail' (language 'en')  
-- <SIP/222-09ccea0> Playing 'vm-intro' (language 'en')  
-- <SIP/222-09ccea0> Playing 'beep' (language 'en')  
-- Recording the message  
-- x=0, open writing: /var/spool/asterisk/voicemail/default/111/tmp/Z4zT3e  
format: wav49, 0x9ccbeb8  
-- x=1, open writing: /var/spool/asterisk/voicemail/default/111/tmp/Z4zT3e  
format: gsm, 0x9ccc190  
-- x=2, open writing: /var/spool/asterisk/voicemail/default/111/tmp/Z4zT3e  
format: wav, 0x9ccc468  
-- User hung up  
== Spawn extension (asterisk-pbx, 111-NOANSWER, 1) exited non-zero on 'SIP/222-  
09ccea0'  
localhost*CLI>
```

Εικόνα 27 Απάντηση από το Voicemail για μη διαθέσιμο χρήστη

6. Εφαρμογές στον Asterisk

Στα προηγούμενα κεφάλαια περιγράψαμε πλήρως την δομή και την λογική πάνω στην οποία στηρίζεται η αρχιτεκτονική του Asterisk. Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγράψουμε ορισμένες εφαρμογές που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της εργασίας.

6.1 Blacklist

Η πρώτη εφαρμογή που θα περιγράψουμε είναι αυτή της τοποθέτησης ενός ή περισσότερων χρηστών σε μαύρη λίστα. Η ενέργεια αυτή γίνεται από τον διαχειριστή του Asterisk και αποσκοπεί στο να πάψει την δυνατότητα ορισμένων χρηστών να πραγματοποιούν εξερχόμενες κλήσεις. Έτσι ενώ οι συγκεκριμένοι χρήστες θα μπορούν κανονικά να δέχονται κλήσεις δεν θα μπορούν να πραγματοποιούν.

Ο λόγος που στην πράξη μπορεί να είναι αυτό το χαρακτηριστικό επιθυμητό μπορεί να έχει να κάνει με την χρήση του συγκεκριμένου τηλεφωνικού αριθμού αν για παράδειγμα χρησιμοποιείται για τηλεφωνική υποστήριξη προς πελάτες και μας ενδιαφέρουν μόνον οι εισερχόμενες κλήσεις. Εναλλακτικά μπορούμε να βάλουμε σε μαύρη λίστα το τηλέφωνο ενός υπαλλήλου μίας εταιρείας που αποχώρησε. Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει η ανάγκη να κάνει κάποιος εξερχόμενες κλήσεις από την συγκεκριμένη συσκευή, αλλά μας είναι χρήσιμο να δέχεται εισερχόμενα καθώς ο αριθμός αυτός θα είναι γνωστός σε έναν μεγάλο αριθμό συνεργατών.

Ίσως η πιο ενδιαφέρουσα πτυχή της συγκεκριμένης λειτουργίας είναι η απαίτηση που μπορεί να έχει κάποιος συνδρομητής προς τον τηλεπικοινωνιακό του πάροχο προκειμένου ο αριθμός του να μην είναι προσβάσιμος από συγκεκριμένους άλλους συνδρομητές. Ένα ζήτημα στην περίπτωση αυτή είναι κατά πόσο αυτό είναι επιτρεπτό από την νομοθεσία.

Στο σημείο αυτό να σημειώσουμε πως το να προσθέσουμε έναν αριθμό ή το να αφαιρέσουμε έναν άλλον από την μαύρη λίστα είναι μία μάλλον απλή και σύντομη διαδικασία. Δεν απαιτείται να τροποποιήσουμε κατά κανέναν τρόπο τα configuration files του Asterisk πέρα από την δήλωση στο extensions.conf ώστε να γίνεται έλεγχος στην βάση δεδομένων για την μαύρη λίστα και δίνουμε τις κατάλληλες εντολές από το CLI του λογισμικού.

Έτσι στο αρχείο extensions.conf θα πρέπει να κάνουμε την δήλωση σύμφωνα με τα πιο κάτω. Αρχικά λέμε στον Asterisk εξετάσει την βάση δεδομένων για το αν ο συγκεκριμένος αριθμός είναι τοποθετημένος στην μαύρη λίστα. Αν δεν είναι, τότε η κλήση προχωράει κανονικά. Αν είναι όμως στην μαύρη λίστα, τότε η κλήση δεν βγαίνει και έχουμε ορίσει να δέχεται ο καλών το μήνυμα “Your access to the system is forbidden”.

```
[asterisc-pbx]
```

```
exten => 111,1,LookupBlacklist(j)
```

```
exten => 111,2,Dial(SIP/111)
```

```
exten => 111,3,Hangup()
```

```
exten => 111,102,SendText(Your access to the system is forbidden)
```

```
exten => 111,103,Hangup()
```

Για να βάλουμε έναν αριθμό – το 111 στην περίπτωση που εξετάζουμε – εισάγουμε στο CLI του Asterisk την εντολή:

```
database put blacklist <name/number> 1
```

Και συγκεκριμένα βάζουμε τον αριθμό 111 στην μαύρη λίστα.

```
database put blacklist 111 1
```

Για να διαγράψουμε έναν αριθμό από την μαύρη λίστα γράφουμε στο CLI:

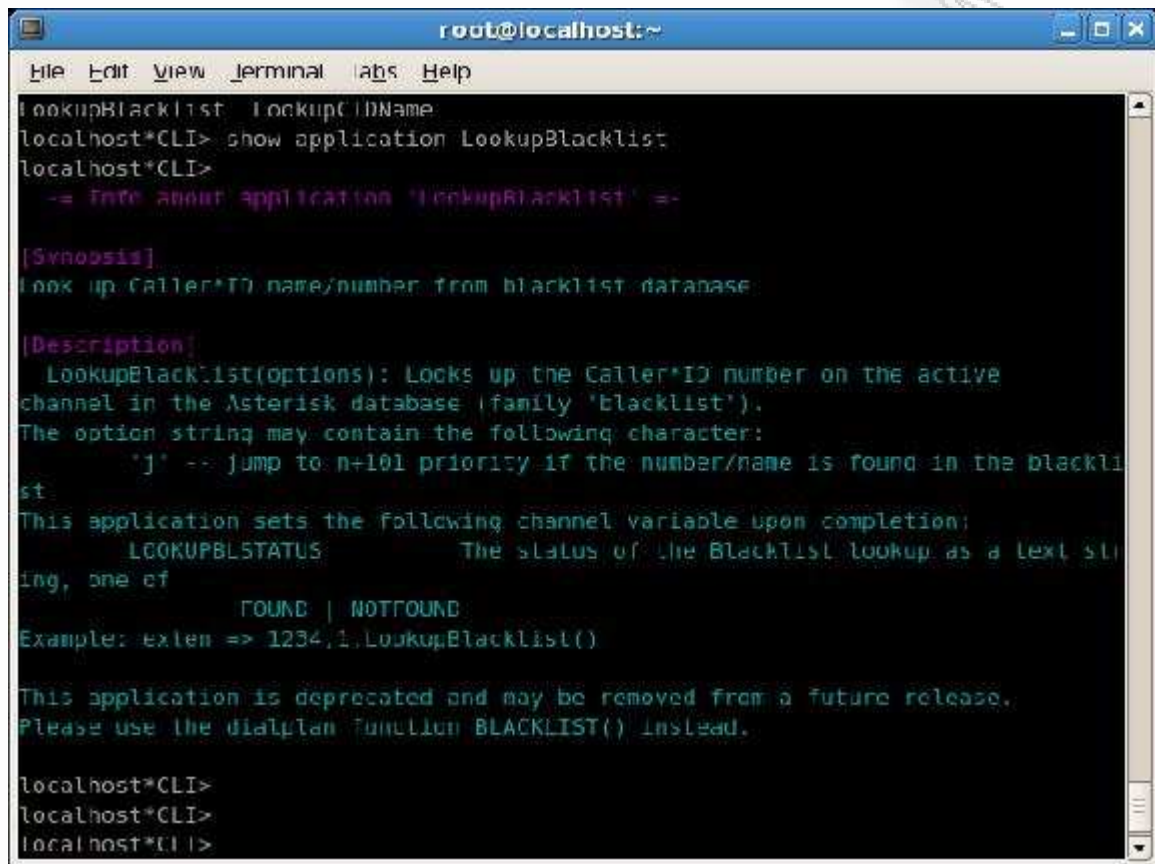
```
database del blacklist <name/number>
```

Συγκεκριμένα για να αφαιρέσουμε τον αριθμό 111 από την μαύρη λίστα:

```
database del blacklist 111
```

Τα πιο πάνω τα βλέπουμε παραστατικά στο CLI του Asterisk.

Η λειτουργία blacklist, έχει απαξιωθεί στην κοινότητα χρηστών του Asterisk και στις μελλοντικές εκδόσεις δεν θα υποστηρίζεται.



```
root@localhost:~  
File Edit View Terminal tabs Help  
LookupBlacklist LookupCIDName  
localhost*CLI> show application LookupBlacklist  
localhost*CLI>  
=> Info about application 'LookupBlacklist' =>  
  
[Synopsis]  
Look up Caller*ID name/number from blacklist database.  
  
[Description]  
LookupBlacklist(options): Looks up the Caller*ID number on the active  
channel in the Asterisk database (family 'blacklist').  
The option string may contain the following character:  
    'j' -- jump to n+101 priority if the number/name is found in the blackli  
st  
This application sets the following channel variable upon completion:  
    LOOKUPBLSTATUS:    The status of the Blacklist lookup as a text str  
ing, one of  
        FOUND | NOTFOUND  
Example: exten => 1234,1,LookupBlacklist()  
  
This application is deprecated and may be removed from a future release.  
Please use the dialplan function BLACKLIST() instead.  
  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>
```

Εικόνα 30 Περιγραφή της εφαρμογής blacklist

6.2 3-way συνομιλία

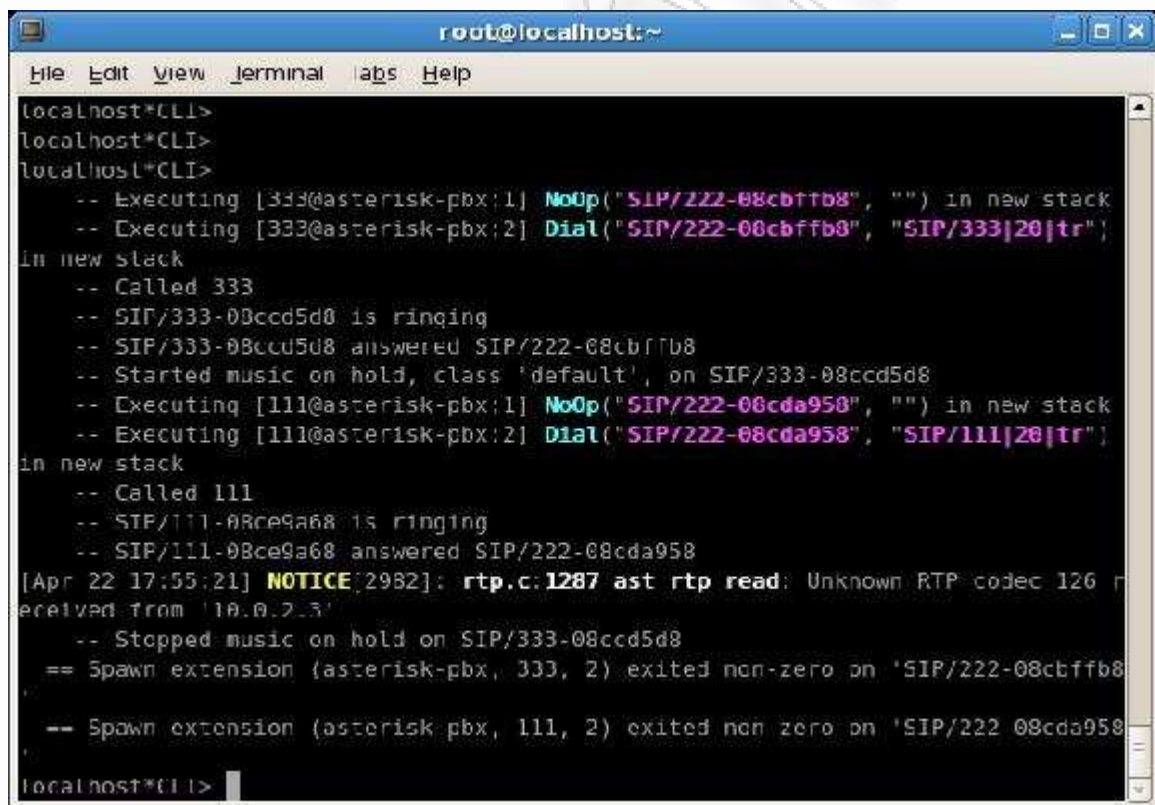
Σκοπός της εφαρμογής αυτής είναι η ταυτόχρονη συνομιλία τριών μερών. Για περισσότερους από τρεις χρήστες επιλέγεται η περίπτωση της δημιουργίας «δωματίων συσκέψεων» κάτι το οποίο πραγματοποιείται με την εφαρμογή Meetme που θα αναλύσουμε σε επόμενη παράγραφο της εργασίας αυτής.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση θα γίνει κλήση ανάμεσα σε δύο μέρη, στην συνέχεια μέσω του softphone θα κληθεί και ένα τρίτο μέρος το οποίο και θα προστεθεί στην συνομιλία. Σε θεωρητικό επίπεδο, με την μέθοδο αυτή θα μπορούσε να συνομιλήσει ταυτόχρονα ένας μεγάλος αριθμός χρηστών καλώντας διαδοχικά

νέους χρήστες και εισάγοντας τους στην συνέχεια στην συνομιλία. Στην πράξη όμως, το διαθέσιμο εύρος ζώνης που υπάρχει για την συνομιλία δεν επιτρέπει κάτι τέτοιο.

Για να πραγματοποιηθεί μία κλήση ανάμεσα σε τρία μέρη πρέπει να έχουμε ρυθμίσει κατάλληλα τα softphones και τον Asterisk.

Μία κλήση ανάμεσα σε τρία μέρη μπορούμε να παρακολουθήσουμε στην πιο κάτω εικόνα από το CLI του Asterisk. Όπως βλέπουμε, αρχικά ο χρήστης 222 καλεί τον χρήστη 333 και ξεκινούν συνομιλία. Στην συνέχεια ο χρήστης 333 μπαίνει σε αναμονή και ο χρήστης 222 καλεί τον 111 με τον οποίο ξεκινά νέα συνομιλία. Τέλος ο χρήστης 222 ξεκινά την διάσκεψη τριών μερών και πλέον μπορούν και οι τρεις χρήστες να μιλούν ταυτόχρονα μεταξύ τους.



```
root@localhost:~  
File Edit View Terminal Tabs Help  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
-- Executing [333@asterisk-pbx:1] NoOp("SIP/222-08cbff68", "") in new stack  
-- Executing [333@asterisk-pbx:2] Dial("SIP/222-00cbff68", "SIP/333|20|tr")  
In new stack  
-- Called 333  
-- SIP/333-08ccd5d8 is ringing  
-- SIP/333-08ccd5d8 answered SIP/222-08cbff68  
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/333-08ccd5d8  
-- Executing [111@asterisk-pbx:1] NoOp("SIP/222-08cda958", "") in new stack  
-- Executing [111@asterisk-pbx:2] Dial("SIP/222-08cda958", "SIP/111|20|tr")  
In new stack  
-- Called 111  
-- SIP/111-08ce9a68 is ringing  
-- SIP/111-08ce9a68 answered SIP/222-08cda958  
[Apr 22 17:55:21] NOTICE[2982]: rtp.c:1287 ast rtp read: Unknown RTP codec 126 received from '10.0.2.3'  
-- Stopped music on hold on SIP/333-08ccd5d8  
== Spawn extension (asterisk-pbx, 333, 2) exited non-zero on 'SIP/222-08cbff68'  
-- Spawn extension (asterisk-pbx, 111, 2) exited non zero on 'SIP/222-08cda958'  
localhost*CLI>
```

Εικόνα 31 Συνομιλία ανάμεσα σε τρεις χρήστες.

6.3 Τηλεδιάσκεψη με το MeetMe()

Ο Asterisk, μέσω του συστήματος τηλεδιάσκεψης MeetMe, επιτρέπει σε πολλούς χρήστες να μπορούν να συνομιλήσουν μεταξύ τους ταυτόχρονα. Οι δυνατότητες

τηλεδιάσκεψης υλοποιούνται μέσω των εφαρμογών MeetMe(), MeetMeAdmin() και MeetMeCount() στο dialplan. Κάποιες από τις βασικές λειτουργίες του συστήματος MeetMe περιλαμβάνουν:

- Τη δυνατότητα τηλεδιάσκεψης ανεξαρτήτως της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας επικοινωνίας.
- Τη δυνατότητα δημιουργίας προστατευμένων με κωδικό πρόσβασης δωματίων τηλεδιάσκεψης.
- Τη διαχείριση μίας τηλεδιάσκεψης (σίγαση, κλείδωμα, εκδίωξη συμμετεχόντων).
- Την επιλογή σίγασης όλων των συμμετεχόντων εκτός από έναν (χρήσιμο για ανακοινώσεις, κ.λ.π)
- Τη στατική ή δυναμική δημιουργία δωματίων τηλεδιάσκεψης.

6.3.1 Δωμάτια τηλεδιάσκεψης (meetme.conf)

Τα δωμάτια τηλεδιάσκεψης ορίζονται (στατικά) στο αρχείο etc/asterisk/meetme.conf. Για να δημιουργήσουμε ένα νέο δωμάτιο τηλεδιάσκεψης πρέπει στο context [rooms] να προσθέσουμε μία γραμμή που θα έχει τη μορφή:

```
conf => νούμερο_δωματίου,κωδικός_χρήστη,κωδικός_διαχειριστή
```

Για παράδειγμα, παρακάτω δημιουργείται το δωμάτιο 300, με κωδικό χρήστη 8737 και κωδικό διαχειριστή 23646.

```
[rooms]
```

```
conf => 300,8737,23646
```

6.3.2 Η εφαρμογή MeetMe()

Η σύνδεση στο σύστημα τηλεδιάσκεψης, επιτυγχάνεται με τη χρήση της εφαρμογής MeetMe() στο dialplan. Προκειμένου οι χρήστες να μπορέσουν να εισέλθουν στο δωμάτιο 300 που δημιουργήθηκε προηγουμένως, θα πρέπει να

δημιουργηθεί μία νέα extension στο context [asterisk-pbx] που έχουν πρόσβαση στην οποία θα καλείται η εφαρμογή MeetMe(). Αυτό θα μπορούσε να γραφτεί ως:

```
exten => 300,1,MeetMe(300)
```

```
exten => 300,n,Hangup()
```

Όταν κάποιος χρήστης με πρόσβαση στο context [asterisk-pbx] πληκτρολογήσει 300 τότε θα εκτελεστεί η εφαρμογή MeetMe(), η οποία θα ζητήσει από το χρήστη τον κωδικό πρόσβασης του δωματίου (όπως ορίστηκε στο αρχείο meetme.conf) και θα επιχειρήσει να τον εισάγει στο δωμάτιο τηλεδιάσκεψης 300.

Η εφαρμογή MeetMe() γενικά, συντάσσεται ως:

```
MeetMe (νούμερο_δωματίου, επιλογές, κωδικός)
```

Όπου νούμερο_δωματίου, είναι το νούμερο που ορίσαμε στο meetme.conf. Αν δεν καθοριστεί κάποιο νούμερο_δωματίου, τότε η εφαρμογή θα ζητήσει από το χρήστη να το εισάγει. Αν δοθεί σαν όρισμα στην MeetMe() ο κωδικός, και ανταποκρίνεται στον κωδικό_χρήστη/διαχειριστή του meetme.conf τότε ο καλών θα εισέλθει απευθείας στο δωμάτιο με τα αντίστοιχα προνόμια.

Οι διαθέσιμες επιλογές συνοψίζονται αμέσως πιο κάτω.

- a: Ορισμός εισόδου διαχειριστή
- A: Χαρακτηρισμός του εισαχθέντος χρήστη ως ειδικού συμμετέχοντα (βλ. *w* και *x*).
- c: Ανακοίνωση αριθμού συμμετεχόντων στον εισαχθέντα χρήστη.
- d: Δυναμική δημιουργία νέου δωματίου τηλεδιάσκεψης.
- D: Δυναμική δημιουργία νέου δωματίου τηλεδιάσκεψης και απαίτηση από το χρήστη να ορίσει κωδικό εισόδου (Αν δεν επιθυμείται χρήση κωδικού ο χρήστης πρέπει να εισάγει “#” κατά την προτροπή).
- e: Επιλογή κενού δωματίου.
- E: Επιλογή κενού δωματίου που δεν απαιτεί κωδικό.

- i: Ανακοίνωση εισόδου/εξόδου συμμετεχόντων με πληροφορίες (λειτουργεί μόνο σε κανάλια Zap).
- I: Ανακοίνωση εισόδου/εξόδου συμμετεχόντων χωρίς πληροφορίες (λειτουργεί μόνο σε κανάλια Zap).
- m: Σύνδεση χωρίς δυνατότητα ομιλίας.
- M: Αναπαραγωγή μουσικής στην αναμονή αν υπάρχει μόνο ένας συμμετέχοντας στο δωμάτιο.
- o: Βελτιστοποιεί την ποιότητα των συνομιλιών και μειώνει τις απαιτήσεις επεξεργαστικής ισχύς, σιωπώντας τους χρήστες που δε μιλάνε.
- p: Δυνατότητα αποσύνδεσης του συμμετέχοντα πατώντας το πλήκτρο “#”.
- P: Απαίτηση κωδικού, ακόμα και αν παρέχεται σαν όρισμα στην εφαρμογή.
- q: Δεν αναπαράγει τόνους ειδοποίησης κατά τη σύνδεση και αποσύνδεση των χρηστών.
- s: Αναπαραγωγή επιλογών με πάτημα του πλήκτρου “*”.
- t: Σύνδεση χωρίς δυνατότητα ακρόασης.
- T: Εντοπισμός ομιλούντων μελών και εμφάνιση στην κονσόλα.
- w: Αναμονή έως την είσοδο του “χαρακτηρισμένου” χρήστη και αναπαραγωγή μουσικής στους άλλους συμμετέχοντες κατά την αναμονή.
- x: Κλείσιμο του δωματίου με την έξοδο του “χαρακτηρισμένου” χρήστη.
- X: Αποσύνδεση των συμμετεχόντων με την πληκτρολόγηση μίας μονοψήφιας extension του context που ορίζεται από την ειδική μεταβλητή $\{MEETME_EXIT_CONTEXT\}$ ή του τρέχοντος context αν η μεταβλητή δεν έχει ορισθεί. Η επιλογή αυτή δεν μπορεί να συνδυαστεί με τις p και s.
- 1: Δεν αναπαράγεται το μήνυμα “*You are the only person in this conference*” όταν συνδέεται ο πρώτος χρήστης.

Στη συνέχεια, θα ορίσουμε την extension 301 όπου θα καλέσει την εφαρμογή MeetMe() χωρίς αριθμό_δωματίου και κάνοντας χρήση της επιλογής D. Ο συνδυασμός αυτός επιτρέπει τη δυναμική δημιουργία δωματίου τηλεδιάσκεψης μέσω του dialplan.

exten => 301,1,MeetMe(DpMs)

exten => 301,n,Hangup()

Έχουμε προσθέσει τις επιλογές DrMs. Σύμφωνα με τα πιο πάνω δημιουργούμε δυναμικά ένα δωμάτιο τηλεδιάσκεψης και με τις επιλογές p, M, s, , ο χρήστης δεν χρειάζεται να κλείσει τη γραμμή για να αποσυνδεθεί, ακούει μουσική όσο περιμένει άλλους χρήστες, και έχει τη δυνατότητα να ακούσει το μενού πατώντας “*” και δεν ακούει το μήνυμα του πρώτου χρήστη.

Επειδή δεν έχει ορισθεί αριθμός δωματίου θα ζητηθεί από το χρήστη να τον εισάγει προκειμένου να επιχειρηθεί η σύνδεση σε κάποιο (στατικά/δυναμικά) δημιουργημένο δωμάτιο. Αν βρεθεί το δωμάτιο και δεν έχει κωδικό, τότε ο χρήστης εισάγεται σε αυτό. Αν βρεθεί και έχει κωδικό, τότε ζητείται από το χρήστη να τον εισάγει. Αν το δωμάτιο δε βρεθεί, τότε θα ζητηθεί και πάλι από το χρήστη να εισάγει κωδικό (ή “#” για κενό), αλλά αυτήν τη φορά τα στοιχεία θα χρησιμοποιηθούν για να δημιουργηθεί το δωμάτιο τηλεδιάσκεψης. Τα δωμάτια που δημιουργούνται δυναμικά ισχύουν για όσο διάστημα υπάρχουν χρήστες μέσα τους.

Τέλος μέσω της εφαρμογής MeetMeCount() είναι δυνατόν να δημιουργήσουμε περιορισμένης χωρητικότητας δωμάτια τηλεδιάσκεψης. Η MeetMeCount() μπορεί να δεχθεί σαν ορίσματα το νούμερο του δωματίου που επιθυμούμε να μάθουμε τον αριθμό των συμμετεχόντων και (προαιρετικά) το όνομα μίας μεταβλητής. Αν δεν ορισθεί μεταβλητή, τότε αναπαράγεται στον καλούντα το πλήθος των συμμετεχόντων. Αν ορισθεί, η αναπαραγωγή ακυρώνεται και η μεταβλητή παίρνει την τιμή του πλήθους των συμμετεχόντων. Έτσι αν θέλαμε να περιορίσουμε ορίσουμε το μέγιστο πλήθος του δωματίου 300, θα μπορούσαμε να αλλάζαμε την extension 300 ως εξής:

```
exten => 300,1,MeetMeCount(300,COUNT)
exten => 300,n,GotoIf($[${COUNT} <= 20]?enter:full)
exten => 300,n(enter),MeetMe(300,pMs1)
exten => 300,n(full),Hangup()
```

6.4 Pickup Call

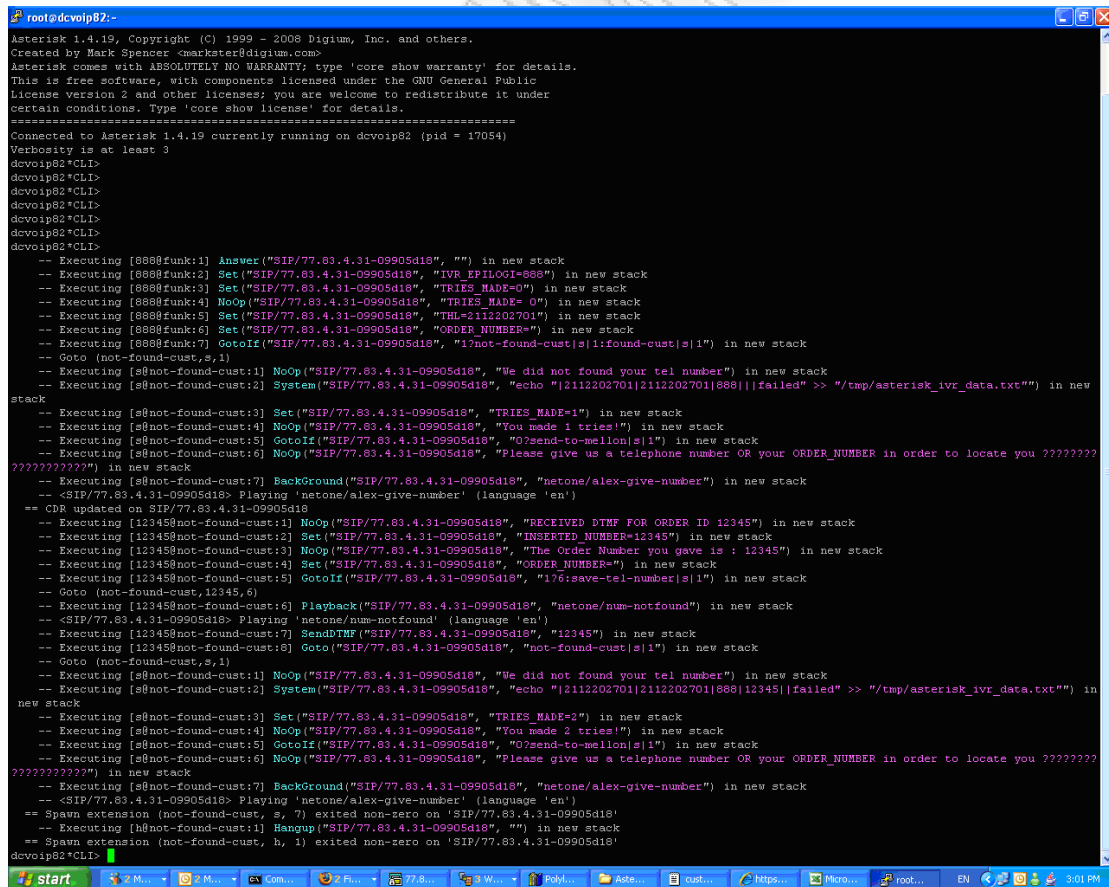
Η εφαρμογή Pickup Call δίνει την δυνατότητα σε εγγεγραμμένους χρήστες να μπορούν παίρνουν αυτοί κλήσεις που προορίζονται προς άλλους εγγεγραμμένους χρήστες. Αυτό στην πράξη θα μπορούσε να βρει εφαρμογή στην περίπτωση που ο

καλούμενος απουσιάζει από την θέση του και την κλήση θα μπορεί να την λάβει οποιοσδήποτε άλλος αρκεί να γνωρίζει τον τηλεφωνικό αριθμό του καλούμενου.

Την κλήση θα μπορεί να την παραλάβει κάποιος στο διάστημα που έχει οριστεί να χτυπάει η τηλεφωνική συσκευή (20 δευτερόλεπτα στην περίπτωση μας). Μετά το διάστημα αυτό η κλήση θα απαντηθεί κατά τα συνηθισμένα από το voicemail.

Για να πάρει κάποιος την κλήση που χτυπάει σε μία άλλη συσκευή θα πρέπει να πληκτρολογήσει στην δική του συσκευή τον αριθμό του καλούμενου και αμέσως μετά έναν αριθμό που έχουμε ορίσει μέσα στα extensions του Asterisk. Στην δική μας περίπτωση έχουμε ορίσει τον αριθμό 6. Έτσι αν καλείται ο αριθμός 111 για παράδειγμα και θέλει κάποιος να πάρει την κλήση αυτός θα πρέπει να πληκτρολογήσει στο τερματικό του 1116 και πλέον θα είναι σε θέση να συνομιλήσει με τον καλούντα.

exten => 1116,1,Pickup(111)



```
root@dcvoip82:~#
Asterisk 1.4.19, Copyright (C) 1999 - 2008 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License Version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
-----
Connected to Asterisk 1.4.19 currently running on dcvoip82 (pid = 17054)
Verbosity is at least 3
dcvoip82*CLI>
dcvoip82*CLI>
dcvoip82*CLI>
dcvoip82*CLI>
dcvoip82*CLI>
dcvoip82*CLI>
dcvoip82*CLI>
-- Executing [8888@unk:1] Answer("SIP/77.83.4.31-09905d18", "") in new stack
-- Executing [8888@unk:2] Set("SIP/77.83.4.31-09905d18", "IVR_EPILOGI=8888") in new stack
-- Executing [8888@unk:3] Set("SIP/77.83.4.31-09905d18", "TRIES_MADE=0") in new stack
-- Executing [8888@unk:4] NoOp("SIP/77.83.4.31-09905d18", "TRIES_MADE=0") in new stack
-- Executing [8888@unk:5] Set("SIP/77.83.4.31-09905d18", "TEL=2112202701") in new stack
-- Executing [8888@unk:6] Set("SIP/77.83.4.31-09905d18", "ORDER_NUMBER=") in new stack
-- Executing [8888@unk:7] GotoIf("SIP/77.83.4.31-09905d18", "1?not-found-cust[s]1:found-cust[s]1") in new stack
-- Goto (not-found-cust,s,1)
-- Executing [s@not-found-cust:1] NoOp("SIP/77.83.4.31-09905d18", "We did not found your tel number") in new stack
-- Executing [s@not-found-cust:2] System("SIP/77.83.4.31-09905d18", "echo "[2112202701|2112202701|888|]failed" >> "/tmp/asterisk_ivr_data.txt") in new stack
-- Executing [s@not-found-cust:3] Set("SIP/77.83.4.31-09905d18", "TRIES_MADE=1") in new stack
-- Executing [s@not-found-cust:4] NoOp("SIP/77.83.4.31-09905d18", "You made 1 tries!") in new stack
-- Executing [s@not-found-cust:5] GotoIf("SIP/77.83.4.31-09905d18", "0?send-to-mellon[s]1") in new stack
-- Executing [s@not-found-cust:6] NoOp("SIP/77.83.4.31-09905d18", "Please give us a telephone number OR your ORDER_NUMBER in order to locate you ??????????
????????????") in new stack
-- Executing [s@not-found-cust:7] Background("SIP/77.83.4.31-09905d18", "netone/alex-give-number") in new stack
-- <SIP/77.83.4.31-09905d18> Playing 'netone/alex-give-number' (language 'en')
== CDR updated on SIP/77.83.4.31-09905d18
-- Executing [12345@not-found-cust:1] NoOp("SIP/77.83.4.31-09905d18", "RECEIVED DTMF FOR ORDER ID 12345") in new stack
-- Executing [12345@not-found-cust:2] Set("SIP/77.83.4.31-09905d18", "INSERTED_NUMBER=12345") in new stack
-- Executing [12345@not-found-cust:3] NoOp("SIP/77.83.4.31-09905d18", "The order Number you gave is : 12345") in new stack
-- Executing [12345@not-found-cust:4] Set("SIP/77.83.4.31-09905d18", "ORDER_NUMBER=") in new stack
-- Executing [12345@not-found-cust:5] GotoIf("SIP/77.83.4.31-09905d18", "1?save-tel-number[s]1") in new stack
-- Goto (not-found-cust,s,1)
-- Executing [12345@not-found-cust:6] Playback("SIP/77.83.4.31-09905d18", "netone/num-notfound") in new stack
-- <SIP/77.83.4.31-09905d18> Playing 'netone/num-notfound' (language 'en')
-- Executing [12345@not-found-cust:7] SendDTMF("SIP/77.83.4.31-09905d18", "12345") in new stack
-- Executing [12345@not-found-cust:8] Goto("SIP/77.83.4.31-09905d18", "not-found-cust[s]1") in new stack
-- Goto (not-found-cust,s,1)
-- Executing [s@not-found-cust:1] NoOp("SIP/77.83.4.31-09905d18", "We did not found your tel number") in new stack
-- Executing [s@not-found-cust:2] System("SIP/77.83.4.31-09905d18", "echo "[2112202701|2112202701|888|12345|]failed" >> "/tmp/asterisk_ivr_data.txt") in new stack
-- Executing [s@not-found-cust:3] Set("SIP/77.83.4.31-09905d18", "TRIES_MADE=2") in new stack
-- Executing [s@not-found-cust:4] NoOp("SIP/77.83.4.31-09905d18", "You made 2 tries!") in new stack
-- Executing [s@not-found-cust:5] GotoIf("SIP/77.83.4.31-09905d18", "0?send-to-mellon[s]1") in new stack
-- Executing [s@not-found-cust:6] NoOp("SIP/77.83.4.31-09905d18", "Please give us a telephone number OR your ORDER_NUMBER in order to locate you ??????????
????????????") in new stack
-- Executing [s@not-found-cust:7] Background("SIP/77.83.4.31-09905d18", "netone/alex-give-number") in new stack
-- <SIP/77.83.4.31-09905d18> Playing 'netone/alex-give-number' (language 'en')
== Spawn extension (not-found-cust, s, 7) exited non-zero on 'SIP/77.83.4.31-09905d18'
-- Executing [h@not-found-cust:1] Hangup("SIP/77.83.4.31-09905d18", "") in new stack
== Spawn extension (not-found-cust, h, 1) exited non-zero on 'SIP/77.83.4.31-09905d18'
dcvoip82*CLI>
```

Εικόνα 32 Δοκιμαστική κλήση Pickup

6.5 Χειρισμός Ουρών Αναμονής

Υπάρχουν περιπτώσεις επιχειρήσεων, όπου μία ροή κλήσεων από πελάτες κατευθύνεται προς μία ομάδα από Agents (υπαλλήλων) οι οποίοι απαντάνε στις κλήσεις. Ο Asterisk παρέχει τη δυνατότητα δρομολόγησης (με χρήση αλγορίθμων δρομολόγησης όπως: roundrobin, leastreacent, ringall, κ.α.) των κλήσεων προς τους Agents για να καθορίσει ποιοι Agents θα ειδοποιηθούν για την κλήση. Αν η κλήση δεν απαντηθεί αμέσως, ο Asterisk αναπαράγει μουσική κατά τη διάρκεια της αναμονής του καλούντα.

Σε πρώτη φάση θα πρέπει να ρυθμιστεί το αρχείο agents.conf όπου προσθέτουμε τους χρήστες . Η ρύθμιση αυτή θα είναι σύμφωνα με την πιο κάτω λογική.

```
agent => Όνομα_Χρήστη,Συνθηματικό,Πληροφορίες_Agent
```

Το όνομα του χρήστη και το συνθηματικό που εισάγει ο χρήστης, χρησιμοποιούνται από τον Asterisk για να επαληθεύσει την ταυτότητα των agents όταν αυτοί συνδέονται στο σύστημα.

Θα είναι λοιπόν στην περίπτωση που εξετάζουμε:

```
agent => 1001,123,Kostas Agent
```

```
agent => 1002,456,Adrew Agent
```

Εφόσον ορίσαμε τους Agents, μπορούμε πλέον να τους εντάξουμε σε μία ή ακόμη και σε πλήθος ουρών αναμονής. Οι ουρές αναμονής, ορίζονται στο αρχείο /etc/asterisk/queues.conf και ακολουθούν παρόμοια δομή με αυτήν που έχουμε συναντήσει μέχρι στιγμής σε όλα τα .conf αρχεία. Οι διαθέσιμες επιλογές που παρέχει το Asterisk είναι πάρα πολλές και περιλαμβάνουν εκτός των άλλων, δυνατότητες ανακοίνωσης του μήκους της ουράς αναμονής στον καλούντα, ανακοίνωση του εκτιμώμενου χρόνου αναμονής, δυνατότητα καταγραφής των συνομιλιών μέσω της εφαρμογής Monitor(), κ.α.

Δημιουργούμε την ουρά αναμονής mini-rbx-queue:


```
[asterisk-pbx-queue]
music=asterisk-pbx-moh
strategy=ringall
leavewhenempty=yes
timeout=15
retry=5
wrapuptime=0
maxlen = 0
announce-frequency=0
announce-holdtime=no
member => Agent/1001
member => Agent/1002
```

Οι ρυθμίσεις που επιλέχθηκαν για την ουρά αναμονής ορίζουν τις παρακάτω λειτουργίες:

```
music=asterisk-pbx-moh
```

Χρησιμοποιείται η κλάση asterisk-pbx-moh για να παρέχει μουσική στην αναμονή.

```
strategy=ringall
```

Όταν φθάσει μία κλήση, θα κληθούν όλοι οι διαθέσιμοι Agents

```
leavewhenempty=yes
```

Αν δεν υπάρχει κανένας Agent συνδεδεμένος στην ουρά, τότε δεν προστίθεται η κλήση στην ουρά και ο καλών αποχωρεί. Η κλήση συνεχίζει στην επόμενη προτεραιότητα της extension.

```
timeout=15
```

Αν μέσα σε 15 δευτερόλεπτα δεν απαντηθεί η κλήση τότε θεωρείται timeout.

```
retry=5
```

Πάγωμα της κλήσης για 5 δευτερόλεπτα, μέχρι να επιχειρηθεί επανάκληση όλων των Agents.

```
wrapuptime=0
```

Οι Agents γίνονται άμεσα διαθέσιμοι αφού ολοκληρώσουν μία κλήση

```
maxlen = 0
```

Η ουρά αναμονής έχει (θεωρητικά) άπειρη χωρητικότητα.

```
announce-frequency = 0
```

announce-holdtime = no

Δεν παρέχεται καμία ανακοίνωση στον καλούντα.

member => Agent/1001

member => Agent/1002

Προσθήκη των Agents ως μέλη της ουράς αναμονής.

Παρόλο που ορίσαμε τους Agents και τους εντάξαμε σε μία ουρά αναμονής, μένει ακόμα ένα βήμα προκειμένου να μπορούν να δέχονται κλήσεις. Θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να συνδέονται και να αποσυνδέονται από την ουρά αναμονής. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής AgentCallbackLogin() και δύο extensions που θα εξυπηρετούν το σκοπό της σύνδεσης και της αποσύνδεσης των Agents.

Προσθέτουμε στο context [Asterisk-pbx] του αρχείου extensions.conf τις παρακάτω δύο extensions.

; Σύνδεση Agent

```
exten => 2001,1,AgentCallbackLogin(||${CALLERID(number)}@Asterisk-pbx-incoming)
```

; Αποσύνδεση Agent

```
exten => 2002,1,AgentCallbackLogin(||I)
```

Όταν ένας χρήστης με πρόσβαση στην extension 2001 την καλέσει, τότε θα του ζητηθεί να εισάγει τα στοιχεία αυθεντικοποίησης του προκειμένου να συνδεθεί ως agent στην ουρά αναμονής. Ενώ όταν καλέσει την extension 2002 θα αποσυνδεθεί.

6.6 Αναπαραγωγή Μουσικής στην Αναμονή

Όταν οι χρήστες καλούν τον Asterisk, υπάρχει η δυνατότητα να τους αναπαραγάγουμε μουσική κατά τη διάρκεια της αναμονής τους. Μπορούμε να αναπαραγάγουμε ένα μόνο αρχείο ήχου, ή ακόμα και ομάδα αρχείων στη σειρά ή διαφορετικά με τυχαία σειρά.

- Για να αναπαραγάγουμε μία ομάδα αρχείων, αρκεί να τα τοποθετήσουμε όλα στον ίδιο φάκελο

- Για να αναπαραγάγουμε ένα μόνο αρχείο, το τοποθετούμε μόνο του σε ένα φάκελο.

Τοποθετούμε τα μουσικά αρχεία mp3 που θέλουμε να είναι στην λίστα που θα αναπαράγει ο Asterisk κατά την αναμονή στον φάκελο `/var/lib/asterisk/moh-native/asterisk-pbx`.

Στην συνέχεια θα ρυθμίσουμε το αρχείο `musiconhold.conf` προκειμένου ο Asterisk να αναπαράγει τα αρχεία που βρίσκονται στον φάκελο που αναφέραμε πιο πάνω με τυχαία σειρά. Οι αλλαγές είναι αυτές που ακολουθούν αμέσως πιο κάτω.

Τέλος αλλάζουμε το αρχείο `musiconhold.conf`

```
[default]
```

```
mode=files
```

```
directory=/var/lib/asterisk/moh-native
```

```
[asterisk-pbx-moh]
```

```
mode=files
```

```
directory=/var/lib/asterisk/moh-native/asterisk-pbx
```

```
random=yes
```

Στην συνέχεια, θα προχωρήσουμε στην επεξήγηση των επιλογών που έχουμε κάνει.

- `mode`: Δείχνει στο Asterisk τι αρχεία θα αναπαραχθούν, και με ποιόν τρόπο. Στα παρακάτω παραδείγματα θα χρησιμοποιείται το `mode=files` που στην ουσία ορίζει ότι τα αρχεία θα αναπαραχθούν από τον ενσωματωμένο πρόγραμμα αναπαραγωγής πολυμέσων.
- `directory`: Η τοποθεσία του φάκελου στον οποίο περιέχονται τα μουσικά αρχεία που θα αναπαραχθούν.
- `random`: Με αυτήν την επιλογή το Asterisk θα αναπαραγάγει τυχαία τα αρχεία και όχι με συγκεκριμένη σειρά. Αυτή η επιλογή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη αφού

δε θα ακούγεται κάθε φορά που καλεί κάποιος στο Asterisk το ίδιο ηχητικό κομμάτι.

Προκειμένου να ελέγξουμε στην πράξη τις πιο πάνω αλλαγές δημιουργούμε στο αρχείο extension.conf την extension 600. Όταν καλέσουμε το 600, ο Asterisk προχωρά στην αναπαραγωγή μουσικής σύμφωνα με τις ρυθμίσεις που έχουμε κάνει.

; Δοκιμή Μουσικής στην Αναμονή

```
exten => 600,1,Answer()
```

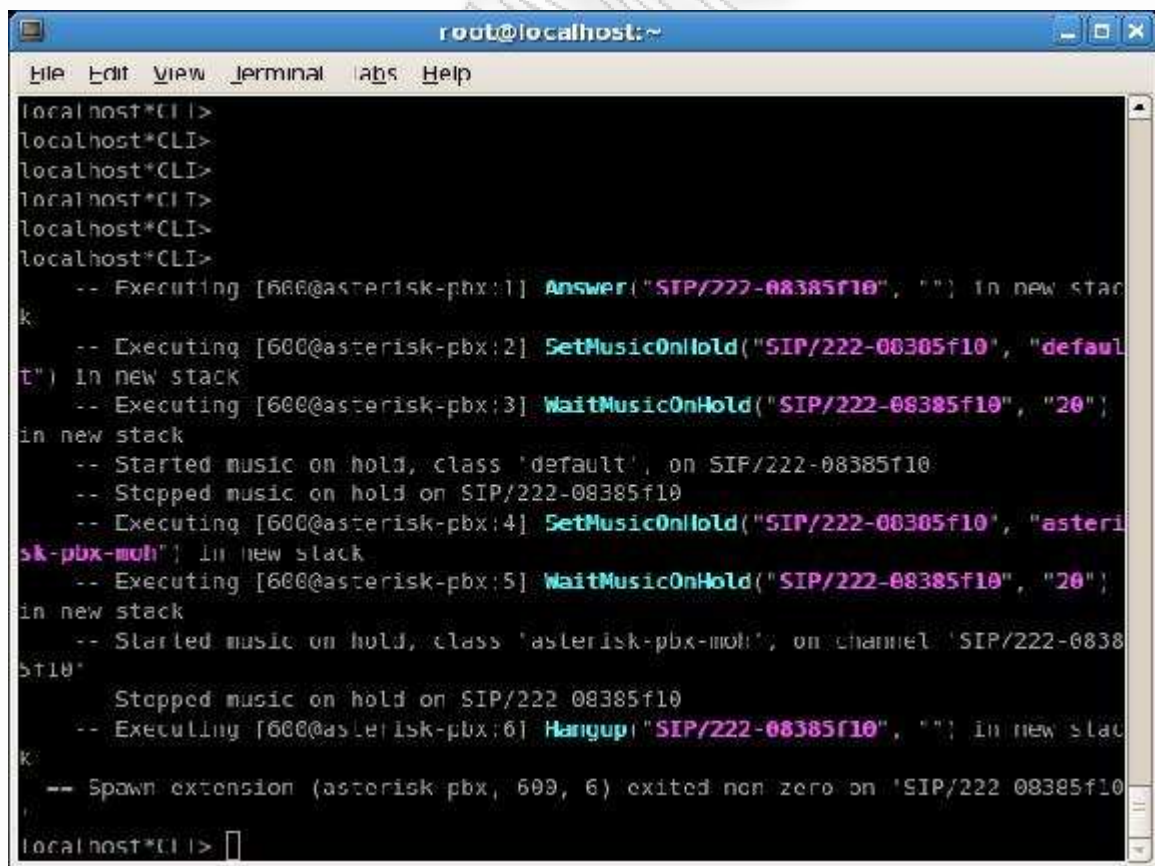
```
exten => 600,n,SetMusicOnHold(default)
```

```
exten => 600,n,WaitMusicOnHold(20)
```

```
exten => 600,n,SetMusicOnHold(asterisk-pbx-moh)
```

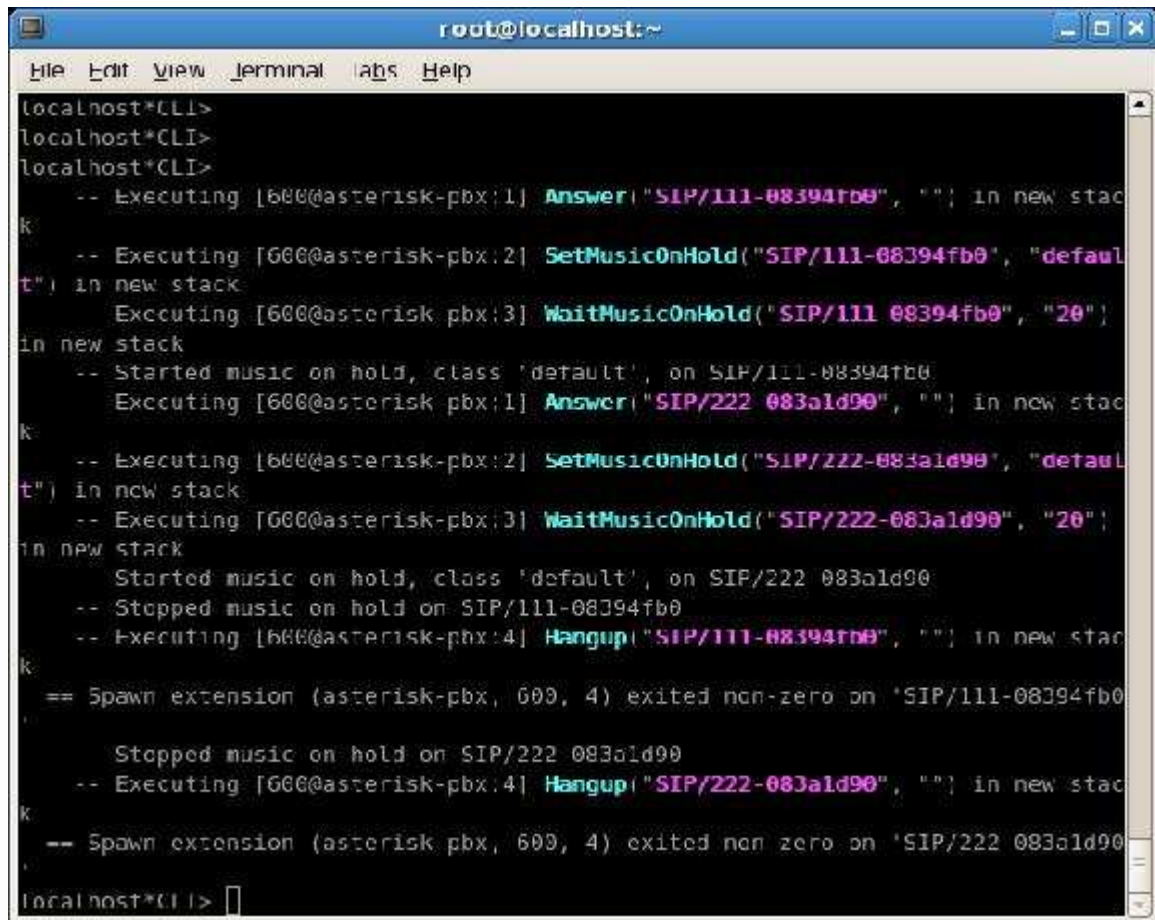
```
exten => 600,n,WaitMusicOnHold(20)
```

```
exten => 600,n,Hangup
```



```
root@localhost:~  
File Edit View Terminal Tabs Help  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
-- Executing [600@asterisk-pbx:1] Answer("SIP/222-08385f10", "") in new stack  
-- Executing [600@asterisk-pbx:2] SetMusicOnHold("SIP/222-08385f10", "default") in new stack  
-- Executing [600@asterisk-pbx:3] WaitMusicOnHold("SIP/222-08385f10", "20") in new stack  
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/222-08385f10  
-- Stopped music on hold on SIP/222-08385f10  
-- Executing [600@asterisk-pbx:4] SetMusicOnHold("SIP/222-08385f10", "asterisk-pbx-moh") in new stack  
-- Executing [600@asterisk-pbx:5] WaitMusicOnHold("SIP/222-08385f10", "20") in new stack  
-- Started music on hold, class 'asterisk-pbx-moh', on channel 'SIP/222-08385f10'  
-- Stopped music on hold on SIP/222-08385f10  
-- Executing [600@asterisk-pbx:6] Hangup("SIP/222-08385f10", "") in new stack  
-- Spawn extension (asterisk-pbx, 600, 6) exited non zero on 'SIP/222-08385f10'  
localhost*CLI>
```

Εικόνα 33 Αναπαραγωγή μουσικής στην αναμονή μετά από κλήση του χρήστη 222



```
root@localhost:~  
File Edit View Terminal Tabs Help  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
localhost*CLI>  
-- Executing [600@asterisk-pbx:1] Answer("SIP/111-08394fb0", "") in new stack  
-- Executing [600@asterisk-pbx:2] SetMusicOnHold("SIP/111-08394fb0", "default") in new stack  
-- Executing [600@asterisk-pbx:3] WaitMusicOnHold("SIP/111-08394fb0", "20") in new stack  
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/111-08394fb0  
-- Executing [600@asterisk-pbx:1] Answer("SIP/222-083ald90", "") in new stack  
-- Executing [600@asterisk-pbx:2] SetMusicOnHold("SIP/222-083ald90", "default") in new stack  
-- Executing [600@asterisk-pbx:3] WaitMusicOnHold("SIP/222-083ald90", "20") in new stack  
-- Started music on hold, class 'default', on SIP/222-083ald90  
-- Stopped music on hold on SIP/111-08394fb0  
-- Executing [600@asterisk-pbx:4] Hangup("SIP/111-08394fb0", "") in new stack  
== Spawn extension (asterisk-pbx, 600, 4) exited non-zero on 'SIP/111-08394fb0'  
-- Stopped music on hold on SIP/222-083ald90  
-- Executing [600@asterisk-pbx:4] Hangup("SIP/222-083ald90", "") in new stack  
-- Spawn extension (asterisk-pbx, 600, 4) exited non-zero on 'SIP/222-083ald90'  
localhost*CLI>
```

Εικόνα 34 Αναπαραγωγή μουσικής στην αναμονή μετά από κλήση των χρηστών 111 και 222

6.7 Video Κλήση

Στην παράγραφο αυτή θα μιλήσουμε για την δυνατότητα πραγματοποίησης κλήσης ήχου και εικόνας ανάμεσα σε δύο χρήστες του Asterisk. Η λογική που θα ακολουθήσουμε στην περίπτωση αυτή θα είναι όμοια με αυτή που ακολουθήθηκε μέχρι τώρα στην εργασία αυτή. Θα προχωρήσουμε δηλαδή στις κατάλληλες δηλώσεις στα αρχεία του Asterisk. Για την πραγματοποίηση της video κλήσης πρέπει να έχουν δηλωθεί κατάλληλα οι δύο χρήστες στο αρχείο sip.conf και φυσικά στο αρχείο extensions.conf να τους έχει δοθεί η δυνατότητα να πραγματοποιούν κλήσεις.,

Θα χρησιμοποιήσουμε την δωρεάν διατιθέμενη στο διαδίκτυο έκδοση του softphone x-lite. Να σημειώσουμε πως η έκδοση αυτή εισάγει περιορισμούς στην χρήση και τα πλήρη της χαρακτηριστικά είναι ενσωματωμένα στην έκδοση που πωλείται.

Το αρχείο sip.conf , θα περιλαμβάνει τους χρήστες.

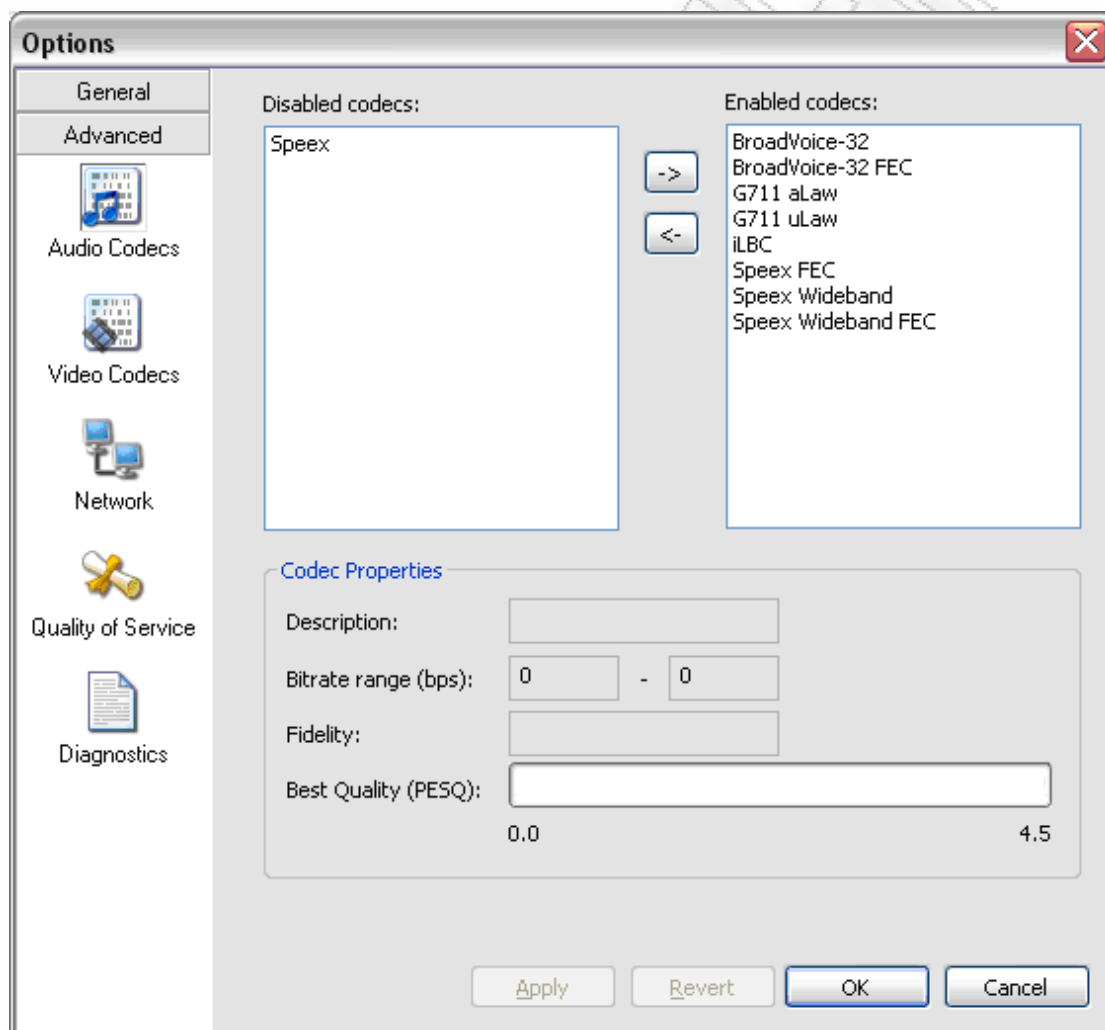
```
[general]
context=default
srvlookup=yes
videosupport=yes
```

```
[111]
type=friend
secret=101
qualify=yes
nat=yes
host=dynamic
canreinvite=no
context=internal
context=internal
disallow=all
allow=alaw
allow=ulaw
allow=gsm
allow=h263
allow=h263p
```

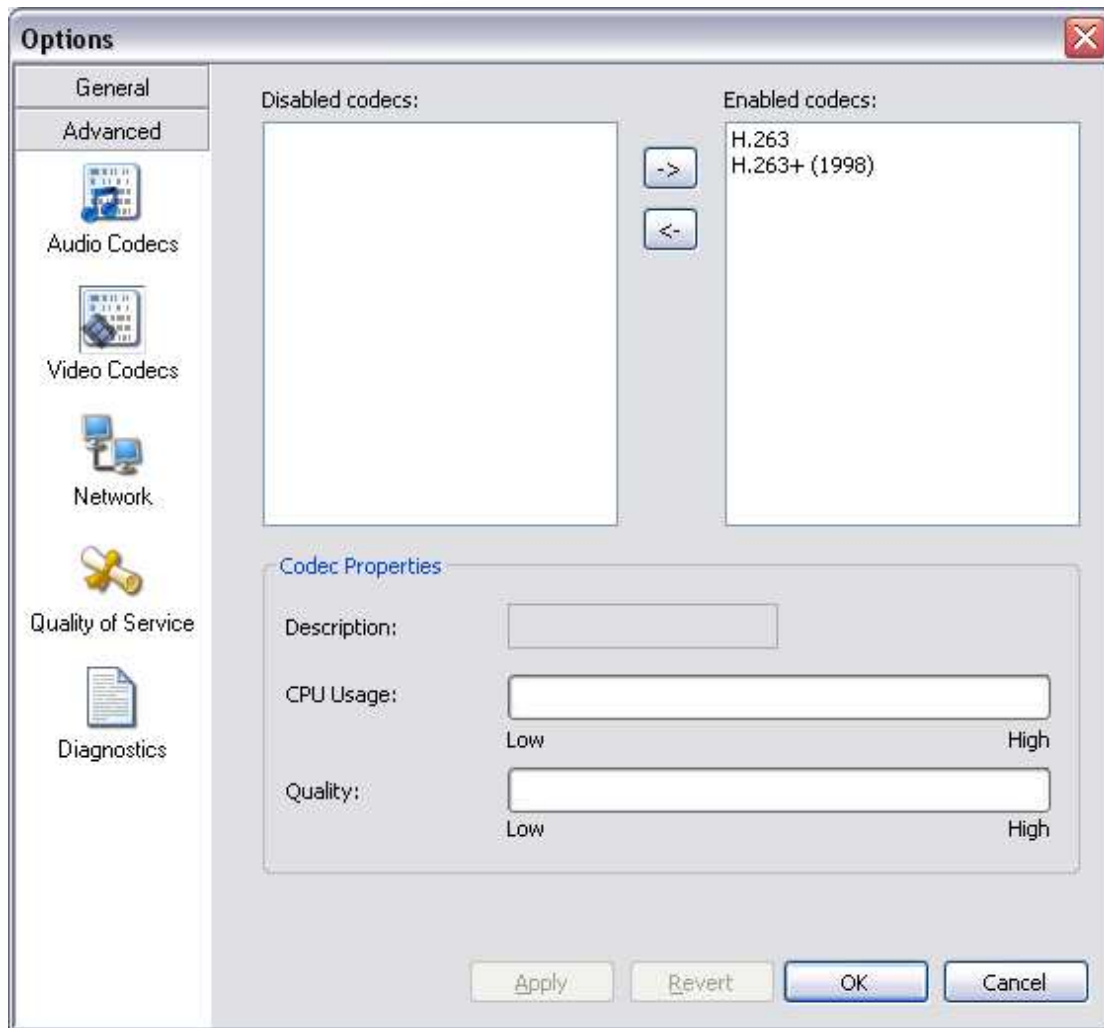
```
[2222]
type=friend
secret=102
qualify=yes
nat=yes
host=dynamic
canreinvite=no
context=internal
context=internal
disallow=all
allow=alaw
```

allow=ulaw
allow=gsm
allow=h263
allow=h263p

Με την εντολή “disallow=all” απενεργοποιούμε όλους τους διαθέσιμους codecs έτσι ώστε στις επόμενες γραμμές να ενεργοποιήσουμε αυτούς που θέλουμε. Οι codecs: alaw, ulaw, gsm είναι για φωνή, ενώ οι h263, h263p είναι για βίντεο.

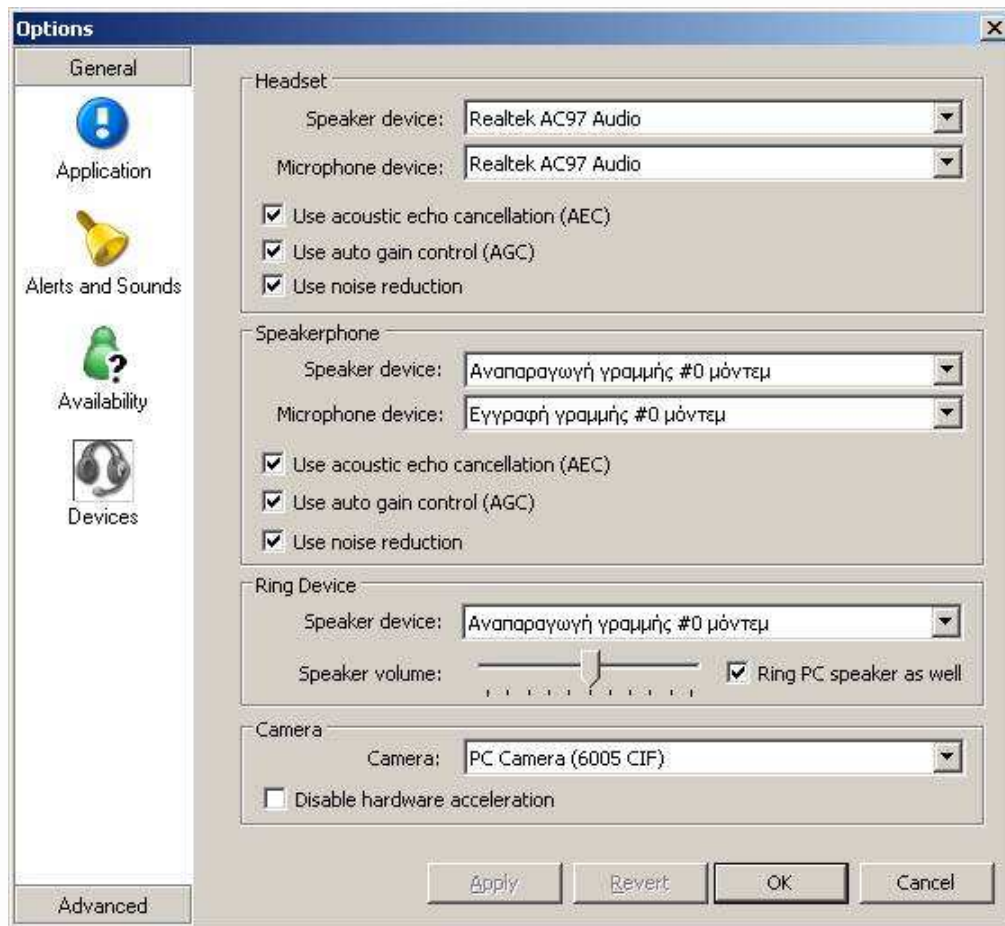


Εικόνα 35 Codecs ήχου



Εικόνα 36 Codecs εικόνας

Για να πραγματοποιηθεί πλέον η video κλήση θα πρέπει να καλέσει ένας εγγεγραμμένος χρήστης κάποιον άλλο με το συνηθισμένο τρόπο και να ξεκινήσουν την επικοινωνία. Είναι προφανές πως και οι δύο συμμετέχοντες θα πρέπει να έχουν εγκαταστήσει κάμερες στους υπολογιστές τους, οι οποίες θα πρέπει να έχουν ρυθμιστεί κατάλληλα στο x-lite.



Εικόνα 37 Ρύθμιση διαθέσιμων συσκευών



Εικόνα 38 Video κλήση

Παράρτημα

sip.conf

```
[general]
port=5060
bindaddr=0.0.0.0
context=default
srvlookup=yes
videosupport=yes
```

```
[111]
type=friend
secret=123
callerid="sip-user"<KOSTAS>
quality=yes
nat=yes
host=dynamic
canreinvite=no
context=asterisk-pbx
```

```
[222]
type=friend
secret=123
callerid="sip-user"<Andrew>
quality=yes
nat=yes
host=dynamic
canreinvite=no
context=asterisk-pbx
```

```
[333]
type=friend
secret=123
```

```
callerid="Other"<333>
quality=yes
nat=yes
host=dynamic
canreinvite=no
context=asterisk-pbx
```

extensions.conf

```
[general]
```

```
autofallthrough=yes
clearglobalvars=yes
;priorityjumping=yes
```

```
[asterisk-pbx]
```

```
exten => 111,1,Noop()
exten => 111,2,Dial(SIP/111,20,tr)
exten => 111,n,Goto(111-${DIALSTATUS},1)
exten => 111-NOANSWER,1,Voicemail(u111)
exten => 111-BUSY,1,Voicemail(b111)
exten => 111-ANSWER,1,Hangup()
exten => _111-.,1,Goto(111-NOANSWER,1)

exten => 222,1,Noop()
exten => 222,2,Dial(SIP/222,20,tr)
exten => 222,n,Goto(111-${DIALSTATUS},1)
exten => 222-NOANSWER,1,Voicemail(u111)
exten => 222-BUSY,1,Voicemail(b111)
exten => 222-ANSWER,1,Hangup()
exten => _222-.,1,Goto(111-NOANSWER,1)
```

```
exten => 333,1,Noop()
exten => 333,2,Dial(SIP/333,20,tr)
exten => 333,n,Goto(111-${DIALSTATUS},1)
exten => 333-NOANSWER,1,Voicemail(u111)
exten => 333-BUSY,1,Voicemail(b111)
exten => 333-ANSWER,1,Hangup()
exten => _333-,1,Goto(111-NOANSWER,1)
```

```
exten => 300,1,MeetMeCount(300,COUNT)
exten => 300,n,GotoIf($[${COUNT} <= 20]?enter:full)
exten => 300,n(enter),MeetMe(300,pMs1)
exten => 300,n(full),Hangup()
```

```
exten => 301,1,MeetMe(,DpMs)
exten => 301,n,Hangup()
```

```
exten => 600,1,Answer()
exten => 600,n,SetMusicOnHold(default)
exten => 600,n,WaitMusicOnHold(20)
exten => 600,n,SetMusicOnHold(mini-pbx-moh)
exten => 600,n,WaitMusicOnHold(20)
exten => 600,n,Hangup
```

```
exten    =>    2001,1,AgentCallbackLogin(||${CALLERID(number)}@mini-pbx-
incoming)
```

```
exten => 2002,1,AgentCallbackLogin(||)
```

musiconhold.conf

```
[default]
mode=files
directory=/var/lib/asterisk/moh-native
```

```
[asterisk-pbx-moh]
mode=files
directory=/var/lib/asterisk/moh-native/asterisk-pbx
random=yes
```

voicemail.conf

```
[general]
format=wav49|gsm|wav
maxmessage=300
minmessage=3
maxgreet=45
maxsilence=5
saycid=yes
```

```
[zonemessages]
Greece=Europe/Athens|'vm-received' Q 'digits/at' R
```

```
[default]
111 => 123,Sip User,,tz=Greece
222 => 456,SIP User,,tz=Greece
333 => 789,SIP User,,tz=Greece
```

meetme.conf

```
[rooms]
conf => 300,8737,23646
```

Βιβλιογραφία

1. *Voice over IP: what is, why people want it, and where it is going*. Jane Dudman. JISC Technology and Standards Watch, September 2006.
2. *Configuration Guide for Asterisk PBX*, Flavio E. Goncalves, 2nd Edition / March 2007
3. *An overview of H.323 – SIP Interworking*. Radvision 2001
4. <http://en.wikipedia.org/wiki/Iax>, Πρόσβαση 15 Απριλίου 2008
5. *Secure Mobile VoIP*, Alex Talevski, Elizabeth Chang, Tharam Dillon, DEBI Institute, 2007
6. *Asterisk Tutorial*, Patrick Harpes, Linux Days 2006
7. *Asterisk: A Non Technical Overview*, Nasser K.Manesh, June 2004
8. *Asterisk White Paper*, Marc Spencer July 2002
9. *Counter Path X-Lite 3.0*, 2006
10. *A Short Asterisk Overview*, Emil Stoyanof, April 2007
11. *VoIP For Business*, Tim Frichtel, Scale 4X, February 2006
12. *VoIP Overview For Operators*, Gene Lew, May 2005
13. <http://www.asteriskguru.com/>, Πρόσβαση 8 Μαρτίου 2008
14. *Asterisk cmd LookupBlacklist*, Πρόσβαση 30 Απριλίου 2008, <http://www.voipinfo.org/wiki/index.php?page=Asterisk+cmd+LookupBlacklist>