



## **ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΠΑΡΤΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

---

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ  
ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ VOIP  
ΒΑΣΙΖΟΜΕΝΟ ΣΤΟ ASTERISK PBX  
ΣΥΝΔΥΑΖΟΜΕΝΟ ΜΕ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΛΑΤΕΙΑΚΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ  
(CRM)**

---

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΠΕΝΤΣΙΟΥΔΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΤΑΧΤΑΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ**

**ΣΠΑΡΤΗ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2011**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Πεντσιούδης Π. Χρήστος  
Δημήτριος Α. Ταχταλής

Επιβλέπων καθηγητής Μπάρδης Γεώργιος

Σπάρτη, Νοέμβριος 2011

Copyright © Χρήστος Π. Πεντσιούδης, Δημήτριος Α. Ταχταλής, 2011  
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τους συγγραφείς και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του ΤΕΙ Καλαμάτας.

# ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

*Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέπων καθηγητή μας, κύριο Γεώργιο Μπάρδη, γιατί εκτός την υποστήριξης που μας παρείχε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας, συνετέλεσε στη διεύρυνση των οριζόντων μας σε τομείς πέραν του προγράμματος σπουδών, τόσο εντός όσο και εκτός αμφιθεάτρου. Τα εφόδια αυτά ήδη αποτελούν τη βάση τη επαγγελματικής μας καριέρας. Καρπός της εμπνευσης που μας χάρισε αποτελεί και η ενασχόληση μας με τα VoIP τηλεφωνικά συστήματα.*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Από 2004 ο όρος "open source" απαντάται και στα τηλεφωνικά συστήματα. Έκτοτε και μέχρι σήμερα έχει αλλάξει ριζικά ο τρόπος θεώρησης ενός τηλεφωνικού συστήματος. Το Asterisk μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από χομπίστες όσο και από μεγάλους οργανισμούς σε υψηλών απαιτήσεων τηλεφωνικά κέντρα, όσο μεγάλα και αν είναι αυτά. Οι χρήστες δεν χρειάζεται πλέον να βασίζονται σε κλειστά εμπορικά πρότυπα αλλά μπορούν να παραμετροποιήσουν το τηλεφωνικό τους σύστημα σύμφωνα με τις ιδιαίτερες ανάγκες τους.

Για χρόνια τα τηλεφωνικά δίκτυα ήταν στην κατοχή μεγάλων εταιρειών οι οποίες ξόδευαν δισεκατομμύρια δολάρια για να τα εγκαταστήσουν και να τα διασυνδέσουν με άλλα. Ογκώδεις εγκαταστάσεις, οι οποίες γέμιζαν ολόκληρα κτήρια, επέτρεπαν στους ανθρώπους να μιλούν μεταξύ τους από μεγάλες αποστάσεις. Με την πρόοδο της επανάστασης των υπολογιστών, οι εγκαταστάσεις έγινες μικρότερες και αποτελεσματικότερες, αλλά και πάλι αφορούσαν μόνο ένα μικρό εύρος εταιρειών.

Το Asterisk έδωσε στην τηλεφωνία τη δύναμη του λογισμικού ανοικτού κώδικα. Το ανοικτού κώδικα λογισμικό απέδειξε ότι οι χρήστες δεν χρειάζεται να βασίζονται σε εμπορικές εταιρείες για λογισμικό, το Asterisk απέδειξε ότι οι χρήστες δεν χρειάζεται να βασίζονται σε εμπορικές εταιρείες τηλεφωνίας για τηλεφωνικά συστήματα.

## ABSTRACT

From 2004 the term "open source" occurs and telephone systems. Since then and until today has radically changed the way we view a telephone system. Asterisk can be used both by hobbyists and by large organizations demanding call centers, both large and they may be. Users no longer need to rely on closed commercial standards but can parametropoisoun their phone system according to their specific needs.

For years telephone networks have been owned by large companies that spend billions of dollars to install and to interconnect with others. Massive plants which filled whole buildings, allowing people to talk to each other by large distances. With the progress of the revolution of computing facilities became smaller and more efficient, but still were only a small range of companies.

The Asterisk telephony has the power of open source software. The open source software has shown that users do not need to rely on commercial companies for software, Asterisk has shown that users do not need to rely on commercial telephone companies for telephone systems.

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	6
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	8
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	8
Το Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο Μεταγωγής (Public Switched Telephone Network, PSTN) I.....	9
Γενικά.....	9
Τοπολογία του δικτύου.....	9
Ιστορία του δικτύου.....	10
Πάροχοι.....	11
Ψηφιακή τηλεφωνία.....	11
Ψηφιακά κανάλια.....	12
Ιδιωτικό τηλεφωνικό κέντρο.....	14
Ιστορία του PBX.....	15
Εταιρικά τηλεφωνικά συστήματα.....	16
Προκάτοχοι των PBX.....	16
Συστήματα πλήκτρων (Key Systems).....	16
Ηλεκτρομηχανικά συστήματα διακοπιών με διαμερισμό ελέγχου.....	17
Είδη συστημάτων PBX.....	18
Ηλεκτρονικά συστήματα διαμερισμού ελέγχου.....	18
Υβριδικά τηλεφωνικά συστήματα.....	18
Φιλοξενούμενα PBX συστήματα (Hosted PBX systems).....	19
Κινητό PBX (mobile PBX).....	20
IP-PBX.....	20
Υβριδικά PBX συστήματα.....	21
Λειτουργίες του PBX.....	21
Κύρια μέρη.....	23
Σύγχρονες Τάσεις.....	23
Εύρος χρήσεων του PBX.....	24
Οικιακή και μικρών επιχειρήσεων χρήση.....	24
Εταιρική χρήση.....	24
Μεσαία συστήματα.....	25
Μεγάλα συστήματα.....	26
Voice over Internet protocol και πρωτόκολλα υλοποίησης.....	27
Το πρωτόκολλο SIP (Session Initiation Protocol).....	28
Σχεδιασμός του SIP.....	28
Δυνατότητες του SIP.....	30
Χρήση VoIP τεχνολογιών από παρόχους τηλεφωνίας.....	31
Υιοθέτηση VoIP υπηρεσιών από το ευρύ κοινό.....	31
Οφέλη.....	32
Λειτουργικό κόστος.....	32

Ευελιξία.....	32
Προκλήσεις: Ποιότητα της υπηρεσίας (Quality of Service).....	33
Ιστορικά ορόσημα.....	34
Κωδικοποιητές.....	35
Μορφές αρχείων.....	35
VoIP: Η γεφύρωση του χάσματος μεταξύ παραδοσιακής και IP τηλεφωνίας.....	36
Το Asterisk.....	39
Τι είναι το Asterisk;.....	39
Ιστορία του Asterisk.....	40
Το Asterisk σήμερα.....	41
Το Asterisk σε σύγκριση με τα εμπορικά τηλεφωνικά συστήματα.....	42
Οργάνωση αρχείων του Asterisk.....	43
Πακέτα που απαιτούνται.....	44
Απαιτήσεις πακέτων στο λειτουργικό σύστημα Linux.....	45
Διάυλοι και διεπαφές.....	45
Πρότυπα διεπαφών.....	46
Εσωτερική του Asterisk δρομολόγηση (inter-Asterisk Exchange, IAX) .....	48
Δυνατότητες του Asterisk.....	48
Σχεδιασμός του συστήματος PBX.....	51
Καθορισμός απαιτήσεων.....	51
Στάδια εγκατάστασης IP PBX συστήματος.....	53
Μέγεθος του εξυπηρετητή.....	54
Παράδειγμα φορτίου εξυπηρετητή αρχιτεκτονικής AMD Athlon64 X2 4200.....	55
Υπολογισμός εύρους ζώνης ανά κλήση για τους διάφορους κωδικοποιητές από τη Cisco I0.....	55
Επιλογή υλικού.....	57
Υλικό δικτύου.....	57
Επιλογή τηλεφωνικού εξοπλισμού.....	57
Κάρτες διασύνδεσης.....	57
Φυσικά Τηλέφωνα.....	59
Αναλογικά τηλέφωνα.....	59
IP τηλέφωνα.....	60
Προσαρμογείς τηλεφωνίας (AFT).....	60
Τηλέφωνα λογισμικού (Softphones).....	60
Η ηχώ.....	61
Το Trixbox.....	63
Τα συστατικά μέρη του Trixbox.....	63
Διαφορές μεταξύ Asterisk και Trixbox.....	64
Ομάδες ειδοποίησης.....	64
Διαδραστική απόκριση φωνής (IVR, Interactive Voice Response).....	65
Φωνητικό ταχυδρομείο και ηχογραφήσεις (Asterisk Recording Interface, ARI).....	66
Σχέδια κλήσης.....	66
Μοτίβα πληκτρολόγησης.....	66
Κορμοί (Trunks).....	67
Customer Relationship Management (CRM).....	68
SugarCRM.....	70
Το σενάριο τηλεφωνικού συστήματος που υλοποιήσαμε.....	71
Εγκατάσταση του Asterisk.....	74

1. Εγκατάσταση του Asterisk και των πακέτων που απαιτούνται χειροκίνητα.....	74
Προμήθεια του πηγαίου κώδικα.....	75
Αποσυμπίεση του πηγαίου κώδικα.....	75
Εγκατάσταση πακέτων.....	75
Μεταγλώττιση και Εγκατάσταση των προγραμμάτων οδήγησης Zapata Telephony (Zaptel).....	76
Μεταγλώττιση και Εγκατάσταση των Βιβλιοθηκών libpri .....	77
Μεταγλώττιση και Εγκατάσταση Asterisk.....	77
Script αρχικοποίησης Asterisk και Zaptel.....	78
2. Εγκατάσταση του Trixbox.....	78
Σύνδεση στο Trixbox.....	87
Δημιουργία Extension.....	88
Outbound Routes.....	89
Δημιουργία ηχογράφησης για χρήση της στο IVR .....	90
Δημιουργία IVR.....	91
Δημιουργία Time Group.....	92
Δημιουργία Time Condition.....	92
Εγκατάσταση SugarCRM.....	93
Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	101
Βιβλιογραφία.....	102

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Σύγκριση VoIP κωδικοποιητών.....	31
Πίνακας 2: Υποστηριζόμενοι κωδικοποιητές.....	35
Πίνακας 3: Μορφές αρχείων υποστηριζόμενες από το Asterisk.....	36
Πίνακας 4: Οργάνωση αρχείων του Asterisk.....	43
Πίνακας 5: Μέγεθος συστημάτων και αριθμός υποστηριζόμενων γραμμών.....	54
Πίνακας 6: Αποτελέσματα δοκιμής προεπιλεγμένου σεναρίου SIP με χρήση απλών εφαρμογών wait() και Playback(). Η πληροφορία επιστρέφεται μέσω SIP πίσω στο Asterisk.....	55
Πίνακας 7: Ο πίνακας αυτός περιέχει μόνο υπολογισμούς για τα προεπιλεγμένα μεγέθη φορτίων φωνής στο Cisco CallManager ή στις πύλες H.323 Cisco IOS @Software.....	56
Πίνακας 8: Τύποι καρτών διασύνδεσης με το δημόσιο δίκτυο και αριθμός γραμμών που υποστηρίζουν. ....	58
Πίνακας 9: Λίστα πακέτων που απαιτούνται για τη μεταγλώττιση Libpri, Zaptel και Asterisk .....	74
Πίνακας 10: Επιλογές script αρχικοποίησης Asterisk.....	78
Πίνακας 11: Επιλογές script αρχικοποίησης Zaptel.....	78

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1: Παραδοσιακό σύστημα PBX.....	15
Εικόνα 2: Η τηλεφωνική κάρτα TDM400P με εισηγμένες FXS και FXO μονάδες.....	59
Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση του δικτύου και του υλικού εξοπλισμού της εταιρείας.....	72
Εικόνα 4: Διάγραμμα Ροής του τηλεφωνικού συστήματος.....	73



# Το Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο Μεταγωγής (Public Switched Telephone Network, PSTN)

## Γενικά

Το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής (PSTN), το οποίο αναφέρεται επίσης ως Παλιά Κοινή Τηλεφωνική Υπηρεσία (Plain Old Telephone Service, POTS), είναι το δίκτυο των παγκόσμιων δημόσιων κυκλωμάτων των τηλεφωνικών δικτύων μεταγωγής. Αποτελείται από τηλεφωνικές γραμμές, οπτικές ίνες, συνδέσεις μικροκυμάτων, δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, επικοινωνιακούς δορυφόρους και υποβρύχια τηλεφωνικά καλώδια όλα αλληλο-συνδεδεμένα με μεταγωγικά κέντρα. Αρχικά ένα δίκτυο συστημάτων σταθερών αναλογικών τηλεφωνικών γραμμών, το PSTN, είναι τώρα σχεδόν εξ' ολοκλήρου ψηφιακό στον πυρήνα του και περιλαμβάνει κινητή και σταθερή τηλεφωνία.<sup>1</sup>

Η τεχνική λειτουργία του PSTN χρησιμοποιεί πρότυπα του οργανισμού ITU-T. Τα πρότυπα αυτά επιτρέπουν σε διαφορετικά δίκτυα, σε διαφορετικές χώρες, να συνδέονται μεταξύ τους. Επίσης υπάρχει μία διεθνής πλατφόρμα διευθύνσεων για τηλεφωνικούς αριθμούς βασισμένη στα πρότυπα E.163 και E.164. Τα αλληλό-συνδυναζόμενα δίκτυα και το αριθμητικό πλάνο επιτρέπουν σε οποιοδήποτε τηλέφωνο στον κόσμο να επικοινωνεί με οποιοδήποτε άλλο.

## Τοπολογία του δικτύου

Η αρχιτεκτονική του δικτύου PSTN εξελίχθηκε χρονικά για να υποστηρίξει αυξανόμενο αριθμό μελών, τηλεφωνημάτων, συνδέσεων με άλλες χώρες, απευθείας κλήσεων κ.λπ. Το μοντέλο που αναπτύχθηκε στον Καναδά και τις Η.Π.Α. υιοθετήθηκε από άλλες χώρες με διάφορες προσαρμογές για τις τοπικές αγορές.

Η αρχική ιδέα ήταν, τα τηλεφωνικά κυκλώματα, να είναι δομημένα ιεραρχικά, έτσι ώστε όταν ένα τηλεφώνημα δεν μπορεί να εξυπηρετηθεί από το τοπικό σύνολο τότε να περνάει σε προωθημένη διαδρομή. Αυτό ελάττωνε τον αριθμό των συνδεδεμένων κυκλωμάτων που χρειάζονταν οι πάροχοι για υπεραστικά τηλεφωνήματα και επίσης η τοπική κίνηση χειριζόταν χωριστά.

Πάντως στα μοντέρνα δίκτυα, κόστος μετάδοσης και μηχανήματα είναι φτηνότερα και παρόλο που υπάρχει ακόμα ιεραρχία, είναι περισσότερο επίπεδη, με μόνο δύο στρώματα.

Το δίκτυο PSTN καλύπτει όλο τον κόσμο και υπάρχουν πολλές διαφορετικές διασυνδέσεις προς αυτό:

-POTS: Με όρο POTS εννοούμε την απλή παλιά τηλεφωνική υπηρεσία.

Χρησιμοποιείται περισσότερο σε κατοικημένες περιοχές. Το POTS είναι αναλογικό σύστημα που ελέγχεται από ηλεκτρικά κυκλώματα. Παρέχεται μέσα από χάλκινα καλώδια

που φτάνουν σε σπίτια και επιχειρήσεις και είναι η φτηνότερη και ευκολότερη να αναπτυχθεί τηλεφωνική υπηρεσία.

-ISDN: Αυτή η σύνδεση είναι γρηγορότερη και με περισσότερες υπηρεσίες, αλλά και πιο ακριβή. Απέκτησε μεγαλύτερη αναγνωρισιμότητα ανάμεσα στις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις σαν ένας οικονομικός τρόπος σύνδεσης στο PSTN, λαμβάνοντας κάποιες αναβαθμισμένες υπηρεσίες, όπως πολλές συνδέσεις για ένα γραφείο ή φωνητικές γραμμές και γραμμές δεδομένων σε μία υπηρεσία. Το ISDN είναι ψηφιακή υπηρεσία.

-T1/E1: Αυτό το σύστημα είναι πιο ακριβό και χρησιμοποιείται για δίκτυα μεγάλου όγκου πληροφοριών και δίκτυα φωνής. Είναι πιο συνηθισμένο σε μεγάλες επιχειρήσεις αν και τελευταία έγινε πιο προσιτό. Το T1/E1 είναι επίσης ψηφιακή υπηρεσία και προσφέρει ήδη περισσότερες δυνατότητες από το ISDN, χαρακτηριστικό του οποίου είναι η ευρύτητα του φάσματος. Στην τηλεφωνία αυτό σημαίνει περισσότερες συνδέσεις.

Το πρόβλημα με το PSTN είναι ότι είναι πολύ στατικό και στις περισσότερες χώρες ελέγχεται αυστηρά από τις εταιρείες τηλεπικοινωνιών. Εάν μια επιχείρηση θέλει να κάνει πολλά εσωτερικά τηλεφωνήματα χρησιμοποιώντας το PSTN, σημαίνει ακριβός τρόπος επικοινωνίας. Τα ISDN/T1/E1 χρησιμοποιούνται περισσότερο στην εξωτερική διασύνδεση του δικτύου επικοινωνίας μιας εταιρείας, ενώ όλη η ενδο-επικοινωνία γίνεται μέσα από εσωτερικές γραμμές που ελέγχονται από ενδο-επιχειρησιακό τηλεφωνικό σύστημα.

## **Ιστορία του δικτύου**

Τα πρώτα τηλέφωνα ήταν για ιδιωτική χρήση και όχι σε δίκτυο, συνδεδεμένα ανά ζεύγη. Όσοι ήθελαν να μιλήσουν με άλλους ανθρώπους είχαν όσα τηλέφωνα ήταν αναγκαία για το σκοπό αυτό. Αυτός που ήθελε να μιλήσει, σφύριζε στον πομπό μέχρι ο άλλος να ακούσει. Πάντως σύντομα προστέθηκε ένα κουδούνι για ηχητικό σήμα και αργότερα ένας γάντζος-διακόπτης για το ακουστικό. Τα τηλέφωνα χρησιμοποίησαν την αρχή της ανταλλαγής που ήδη χρησιμοποιούνταν στα τηλεγραφικά δίκτυα. Κάθε τηλέφωνο ήταν συνδεδεμένο με ένα τοπικό τηλεφωνικό κέντρο και τα κέντρα ήταν μεταξύ τους συνδεδεμένα με άλλα υπεραστικά. Τα δίκτυα ήταν ιεραρχικά συνδεδεμένα, ώστε να συνδέουν πόλεις, χώρες, ηπείρους και ωκεανούς. Αυτή ήταν η αρχή του PSTN, παρόλο που ο όρος ήταν άγνωστος για πολλές δεκαετίες.

Ο αυτοματισμός εισήγαγε παλμικό τρόπο κλήσης μεταξύ τηλεφώνου και κέντρου, και μεταξύ κέντρων, ακολουθώντας πιο εκλεπτυσμένο τρόπο σηματοδότησης διευθύνσεων, συμπεριλαμβανομένων των πολλαπλών συχνοτήτων που κατέληγαν στο δίκτυο SS7, το οποίο ένωσε τα περισσότερα κέντρα μέχρι το τέλος του 20<sup>ου</sup> αιώνα.

Η ανάπτυξη του PSTN οδήγησε στην εφαρμογή μηχανικών τεχνικών κυκλοφορίας για να προσφέρουν εγγυήσεις ποιοτικών υπηρεσιών (QoS) στους χρήστες. Η εργασία του A.K. Erlang εδραίωσε τα μαθηματικά θεμέλια των αρχών που χρειαζόνταν για να προσδιορίσουν τις απαιτήσεις ισχύος, την δομή του εξοπλισμού και το μέγεθος του προσωπικού που χρειαζόταν για να προσφέρουν ένα συγκεκριμένο επίπεδο υπηρεσιών. Στην δεκαετία του '70 η βιομηχανία των τηλεπικοινωνιών άρχισε να εγκαθιστά υπηρεσίες

δεδομένων σε δίκτυα μεταγωγής πακέτων, χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο X.25, διαβιβαζόμενο σε μεγάλο μέρος του εξοπλισμό τελικού χρήστη ο οποίος ήταν ήδη σε χρήση στο PSTN.

Στην δεκαετία του '80 η βιομηχανία άρχισε να σχεδιάζει ψηφιακές υπηρεσίες συμπεραίνοντας ότι θα ακολουθήσουν περίπου το ίδιο σχέδιο με τις φωνητικές υπηρεσίες. Έτσι σχεδιάστηκε το όραμα υπηρεσιών μεταγωγής κυκλώματος, γνωστό σαν Ενοποιημένες Ευρυζωνικές Υπηρεσίες Ψηφιακού Δικτύου (Broadband Integrated Services Digital Network, B-ISDN). Το όραμα του B-ISDN ξεπεράστηκε από την διασπαστική τεχνολογία του διαδικτύου.

Σήμερα, μόνο τα παλαιότερα τμήματα των τηλεφωνικών δικτύων χρησιμοποιούν ακόμα αναλογική τεχνολογία και μόνο στο τελευταίο τμήμα του κυκλώματος προς τον τελικό χρήστη. Τα τελευταία χρόνια οι ψηφιακές υπηρεσίες έχουν περάσει στον τελικό χρήστη μέσα από υπηρεσίες όπως DSL, ISDN, FTTx και καλωδιακά συστήματα μόντεμ. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ιδιωτικών τηλεφωνικών δικτύων που δεν είναι συνδεδεμένοι στο PSTN, συνήθως για στρατιωτικούς σκοπούς. Υπάρχουν επίσης ιδιωτικά δίκτυα μεγάλων εταιρειών συνδεδεμένα στο PSTN μόνο διά μέσου περιορισμένων θυρών, όπως ένα μεγάλο ιδιωτικό τηλεφωνικό κέντρο (PBX).

## **Πάροχοι**

Το βάρος της κατασκευής δικτύων και της πώλησης υπηρεσιών σε πελάτες πέφτει στους διαχειριστές των δικτύων. Η πρώτη εταιρεία που λειτούργησε για να προσφέρει υπηρεσίες PSTN ήταν η εταιρεία Bell Telephone Company στις Ηνωμένες Πολιτείες. Πάντως σε μερικές χώρες το φορτίο παροχής τηλεφωνικών δικτύων ανήκε στην κυβέρνηση, καθώς η επένδυση ήταν τόσο αναγκαία και η προσφορά τηλεφωνικών υπηρεσιών γινόταν όλο και περισσότερο αναγκαία δημόσια υπηρεσία. Για παράδειγμα το ταχυδρομείο στο Ηνωμένο Βασίλειο ένωσε αριθμό ιδιωτικών εταιρειών για να δημιουργήσει μία δημόσια εταιρεία. Τις τελευταίες δεκαετίες αυτό το δημόσιο μονοπώλιο έσπασε ή πωλήθηκε μέσα από ιδιωτικοποιήσεις.

Στις περισσότερες χώρες η κεντρική κυβέρνηση έχει έναν ρυθμιστή αποκλειστικά για την παρακολούθηση της παροχής υπηρεσιών PSTN. Οι ενέργειες τους είναι η διαβεβαίωση ότι οι τελικοί χρήστες δεν υπέρ-χρεώνονται για υπηρεσίες εκεί που υπάρχει μονοπώλιο. Επίσης μπορεί να ρυθμίζουν τις τιμές χρέωσης ανάμεσα στους παρόχους προκειμένου να μεταφέρουν την κίνηση μεταξύ τους.

## **Ψηφιακή τηλεφωνία**

Η αναλογική τηλεφωνία είναι σχεδόν νεκρή. Στο σύστημα PSTN, το διάσημο «τελευταίο μίλι» είναι το τελευταίο απομεινάρι του τηλεφωνικού δικτύου που ακόμα

χρησιμοποιεί τεχνολογία που εφευρέθηκε πριν από εκατό χρόνια. Ένα από τα βασικά εμπόδια στη μετάδοση αναλογικών σημάτων, είναι ότι κάθε είδους επικοινωνίες μπορούν να παρεμβάλλονται στα συγκεκριμένα σήματα, προκαλώντας θόρυβο και κάθε είδους άλλων ανεπιθύμητων παρεμβολών. Αντί να προσπαθήσουμε να διατηρήσουμε μια αναλογική συχνότητα ανεπηρέαστη σε αποστάσεις που μπορεί να απλώνονται σε χιλιάδες χιλιόμετρα, γιατί να μην μετρήσουμε τα χαρακτηριστικά του αρχικού ήχου και να στείλουμε αυτή την πληροφορία στον τελικό προορισμό. Η αρχική συχνότητα δεν θα μπορέσει να φτάσει εκεί, αλλά όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για την επανασχεδίαση μπορούν.

Αυτή είναι η αρχή του ψηφιακού ήχου (συμπεριλαμβανομένης της τηλεφωνίας): αποτύπωση των χαρακτηριστικών της αρχικής συχνότητας, αποθήκευση των μετρήσεων και αποστολή αυτών των πληροφοριών στον τελικό προορισμό. Εκεί χρησιμοποιείται η μεταδιδόμενη πληροφορία για την ανάπτυξη ενός πλήρως νέου ηχητικού σήματος που έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το πρωτότυπο. Η αναδημιουργία είναι τέτοιου βαθμού που το ανθρώπινο αυτί δεν ξεχωρίζει τη διαφορά.

Το βασικό πλεονέκτημα του ψηφιακού ήχου είναι ότι η δειγματοληπτική πληροφορία μπορεί να ελεγχθεί μαθηματικά για σφάλματα στην διάρκεια της πορείας της μέχρι τον τελικό της προορισμό, εξασφαλίζοντας ότι το σήμα που μεταδίδεται είναι ακριβές αντίγραφο του πρωτότυπου. Η απόσταση δεν επηρεάζει την ποιότητα και οι παρεμβολές μπορούν να εντοπιστούν και να περιοριστούν.

## **Ψηφιακά κανάλια**

Τα περισσότερα αυτόματα τηλεφωνικά κέντρα τώρα χρησιμοποιούν ψηφιακή δρομολόγηση παρά μηχανική ή αναλογική. Το κύκλωμα που συνδέει το κέντρο είναι επίσης ψηφιακό και ονομάζεται αλλιώς κανάλι. Πάντως αναλογικά κυκλώματα συνεστραμένου ζεύγους καλωδίων χρησιμοποιούνται ακόμα για να συνδέσουν την τελική απόσταση από το κέντρο μέχρι το οικιακό τηλέφωνο.

Για να γίνει μια συνηθισμένη τηλεφωνική συνομιλία ανάμεσα σε δύο μέρη το αναλογικό σήμα ψηφιοποιείται δειγματοληπτικά με ρυθμό 8 kHz χρησιμοποιώντας 8-bit παλμοκωδική διαμόρφωση (Pulse Code Modulation, PCM). Η κλήση τότε μεταβιβάζεται από το ένα σημείο στο άλλο μέσα από τηλεφωνικά κέντρα. Το τηλεφώνημα δρομολογείται χρησιμοποιώντας ένα προκαθορισμένο πρωτόκολλο (συχνά το ISUP), ανάμεσα στα τηλεφωνικά κέντρα, βάσει μιας γενικής διακομιστικής στρατηγικής. Η κλήση δρομολογείται δια μέσου του PSTN χρησιμοποιώντας ένα κανάλι 64 kbit/s, αρχικά σχεδιασμένο από τα εργαστήρια της Bell Labs. Το όνομα που δόθηκε σε αυτό το κανάλι είναι Digital Signal 0 (DS0). Το κύκλωμα DS0 είναι το βασικό συστατικό της μεταγωγής κυκλώματος σε ένα τηλεφωνικό κέντρο. Το DS0 είναι επίσης γνωστό σαν πολλαπλασιαστής χρόνου γιατί τα DS0 είναι ενσωματωμένα σε εξοπλισμό πολυπλεξίας διαίρεσης χρόνου (Time-Division multiplexing, TDM) για να δημιουργήσουν επικοινωνιακές συνδέσεις μεγαλύτερης χωρητικότητας.

Ένα κύκλωμα Digital Signal 1 (DS1) μεταφέρει 24 DS0 σε μια T-carrier (T1) γραμμή

της βόρειας Αμερικής ή της Ιαπωνίας, ή 32 DS0 (30 για τηλεφωνήματα συν δύο για σηματοδότηση) πάνω σε μια E-carrier γραμμή που χρησιμοποιείται στις περισσότερες χώρες. Στα μοντέρνα δίκτυα η λειτουργία της πολυπλεξίας μεταφέρεται όσο πιο κοντά γίνεται στον τελικό χρήστη, συνήθως σε κουτιά στην άκρη των δρόμων κατοικημένων περιοχών ή μέσα σε μεγάλες επιχειρηματικές εγκαταστάσεις.

# Ιδιωτικό τηλεφωνικό κέντρο

Ένα ιδιωτικό τηλεφωνικό κέντρο (PBX) είναι ένα τηλεφωνικό κέντρο που εξυπηρετεί μια συγκεκριμένη επιχείρηση ή γραφείο, σε αντίθεση με αυτό που χρησιμοποιεί ένας φορέας ή τηλεφωνική εταιρεία για πολλές επιχειρήσεις ή για το ευρύ κοινό. Τα PBX επίσης αναφέρονται ως:

PABX - ιδιωτικό αυτόματο τηλεφωνικό κέντρο

EPABX - ιδιωτικό ηλεκτρονικό αυτόματο τηλεφωνικό κέντρο

Τα PBX κάνουν τις συνδέσεις μεταξύ των εσωτερικών τηλεφώνων ενός ιδιωτικού οργανισμού, συνήθως μιας επιχείρησης και επίσης τα συνδέουν με το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής (PSTN) μέσω γραμμών ζεύξης. Επειδή συνενώνουν τηλέφωνα, συσκευές φαξ, μόντεμ και άλλα, χρησιμοποιείται ο γενικός όρος “επέκταση” (extension) για να αναφέρεται σε κάθε τελικό σημείο του τηλεφωνικού δικτύου.<sup>2</sup>

Τα PBX διαφοροποιούνται από τα συστήματα πλήκτρων στο ότι οι χρήστες τέτοιων συστημάτων επιλέγουν χειροκίνητα τις εξερχόμενες γραμμές που επιθυμούν, ενώ στα PBX η επιλογή της εξερχόμενης γραμμής γίνεται αυτόματα. Τα υβριδικά συστήματα συνδυάζουν χαρακτηριστικά και των δύο.

Αρχικά, το κύριο πλεονέκτημα των PBX ήταν ότι η χρήση τους είναι λιγότερο ακριβή από τη χρήση ξεχωριστής τηλεφωνικής γραμμής για κάθε χρήστη στην επιχείρηση και η μείωση του κόστους για τις εσωτερικές κλήσεις: ο χειρισμός του κυκλώματος μεταγωγής τοπικά, μειώνει τις χρεώσεις της δημόσιας τηλεφωνικής υπηρεσίας. Όταν τα PBX απόκτησαν δημοτικότητα, άρχισαν να προσφέρουν υπηρεσίες οι οποίες δεν ήταν διαθέσιμες στα δίκτυα των παρόχων τηλεπικοινωνιών, όπως ο χειρισμός ομάδων, η προώθηση κλήσεων και η κλήση “επεκτάσεων”.

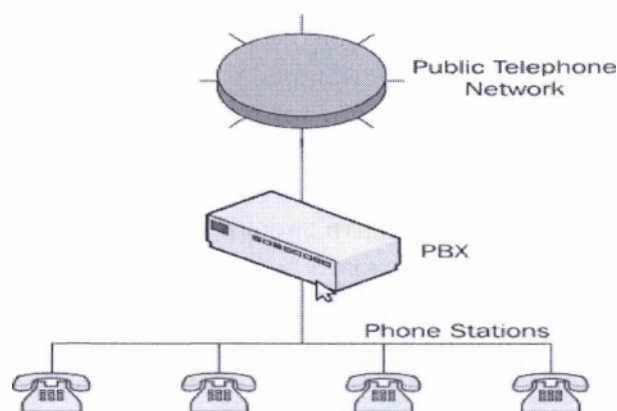
Με ένα PBX, οι γραμμές από την εταιρεία τηλεφωνίας μπορούν να μοιραστούν αντί να έχουμε ξεχωριστή γραμμή για κάθε χρήστη. Ένα PBX παρέχει μέρος ώστε οι πολλαπλές τηλεφωνικές γραμμές (trunk) να τερματίσουν στην επιχείρηση. Το PBX είναι ένα τηλεφωνικό σύστημα το οποίο εξυπηρετεί την επιχείρηση με το να δρομολογεί κλήσεις ανάμεσα στους χρήστες, στις τοπικές γραμμές και με τον διαμοιρασμό των εξωτερικών τηλεφωνικών γραμμών. Έχει την ευφύια να μεταβιβάζει κλήσεις μέσα και έξω από την επιχείρηση.

Ένα PBX παρέχει χαρακτηριστικά και δυνατότητες που δεν υπάρχουν σε απευθείας συνδέσεις με το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής (PSTN.) Το PBX μεταφέρει λειτουργίες τηλεφώνου από την τηλεφωνική εταιρεία για την επιχείρηση και παρέχει πρόσθετες λειτουργίες και χαρακτηριστικά όπως η διαδραστική απόκριση φωνής, αναμονή κλήσης, τηλεδιάσκεψη, φωνητικό ταχυδρομείο, τηλεειδοποίηση, μεταβίβαση κλήσεων τα οποία δεν θα ήταν διαθέσιμα με ξεχωριστές τηλεφωνικές γραμμές. Ένα PBX έχει συνήθως μια κονσόλα για χρήση από κάποιο διαχειριστή.

Δύο σημαντικές εξελίξεις στη διάρκεια της δεκαετίας του '90 οδήγησαν σε νέους τύπους PBX συστημάτων. Η πρώτη ήταν η αλματώδη ανάπτυξη των δικτύων πληροφοριών

και η ευρεία κατανόηση της τεχνολογίας μεταγωγής πακέτων. Οι εταιρείες χρειαζόνταν δίκτυα μεταγωγής πακέτων για δεδομένα, επομένως η χρήση τους για τις τηλεφωνικές κλήσεις ήταν δελεαστική και η διαθεσιμότητα του Διαδικτύου ως ένα παγκόσμιο σύστημα διανομής πακέτων επικοινωνιών ακόμα πιο ελκυστική. Οι παράγοντες αυτοί οδήγησαν στην ανάπτυξη του VoIP PBX.

Η άλλη τάση ήταν η ιδέα επικέντρωσης στη βασική ικανότητα. Οι PBX υπηρεσίες ήταν πάντα δύσκολο να εφαρμοστούν σε μικρότερες εταιρείες και πολλές εταιρείες συνειδητοποίησαν ότι η διαχείριση του δικού τους τηλεφωνικού συστήματος δεν ήταν αρμοδιότητα τους. Αυτές οι σκέψεις οδήγησαν στην ιδέα του φιλοξενούμενου PBX. Σε μια φιλοξενούμενη εγκατάσταση, το PBX βρίσκεται στον πάροχο υπηρεσιών τηλεφωνίας και το διαχειρίζεται αυτός. Χαρακτηριστικά και κλήσεις δρομολογούνται μέσω του Διαδικτύου. Ο πελάτης υπογράφει μόνο για μια υπηρεσία, αντί για την αγορά και διατήρηση ακριβού εξοπλισμού. Αυτό βασικά απομακρύνει το τηλεφωνικό κέντρο από τον ιδιωτικό χώρο και το μεταφέρει σε κεντρικές εγκαταστάσεις.



Εικόνα 1: Παραδοσιακό σύστημα PBX.

## Ιστορία του PBX

Ο όρος PBX πρώτο-χρησιμοποιήθηκε όταν τηλεφωνητές δούλευαν χειροκίνητα τα εταιρικά τηλεφωνικά κέντρα. Καθώς τα ηλεκτρομηχανικά και έπειτα ηλεκτρονικά συστήματα μεταγωγής άρχισαν σταδιακά να αντικαθιστούν τα χειροκίνητα, οι όροι PABX (Private Automatic Branch Exchange, Ιδιωτικό Αυτόματο Τηλεφωνικό Κέντρο) και PMBX (Private Manual Branch Exchange, Ιδιωτικό Χειροκίνητο Τηλεφωνικό Κέντρο) χρησιμοποιήθηκαν για να τα ξεχωρίζουμε. Επίσης, τα Solid state ψηφιακά συστήματα μερικές φορές αναφέρονταν σαν EPABX (Electronic Private Automatic Branch Exchange). Σήμερα ο όρος PBX είναι κατά πολύ περισσότερο αναγνωρίσιμος. Το ακρώνυμο χρησιμοποιείται για κάθε τύπο πολύπλοκου εσωτερικού τηλεφωνικού συστήματος ακόμα και αν δεν είναι ιδιωτικό ή δεν μεταβιβάζει τίποτα.

Τα PBX ξεχωρίζουν από μικρότερα συστήματα πλήκτρων από το γεγονός ότι οι εξωτερικές γραμμές δεν έχουν συνήθως σήμανση ή δεν είναι επιλέξιμες από μία αυτόνομη επέκταση. Από τη πλευρά του χρήστη οι κλήσεις σε ένα σύστημα πλήκτρων γίνονται

επιλέγοντας μια συγκεκριμένη εξερχόμενη γραμμή και πληκτρολογώντας το εξωτερικό νούμερο. Σε αντίθεση, το PBX έχει σχέδιο κλήσης (dial plan). Οι χρήστες πληκτρολογούν ένα κωδικό εξόδου (συνήθως ένα ψηφίο, συχνά το πρώτο νούμερο του τοπικού τηλεφώνου έκτακτης ανάγκης) που τους συνδέει με μία εξωτερική γραμμή, ακολουθούμενο από το εξωτερικό νούμερο. Μερικά μοντέρνα συστήματα ανάλυσης αριθμών επιτρέπουν στους χρήστες να καλούν εσωτερικά και εξωτερικά νούμερα χωρίς κωδικούς εξόδου χρησιμοποιώντας σχέδιο κλήσεων που προσδιορίζει το που θα κατευθύνονται οι κλήσεις από τα προθέματα των αριθμών.

## **Εταιρικά τηλεφωνικά συστήματα**

Ο όρος εταιρικό τηλεφωνικό σύστημα αναφέρεται σε οποιοδήποτε είδος συστήματος με πολλές τηλεφωνικές γραμμές, που συνήθως χρησιμοποιείται σε εταιρείες, περιλαμβάνοντας από μικρά συστήματα πλήκτρων μέχρι τηλεφωνικά κέντρα μεγάλης κλίμακας.

Η χρήση ενός εταιρικού τηλεφωνικού συστήματος διαφέρει με αυτή ενός απλού τηλεφώνου με πολλές γραμμές στο ότι οι χρησιμοποιούμενες γραμμές είναι προσβάσιμες από πολλά τηλέφωνα ή «σταθμούς» του συστήματος και πως ένα τέτοιο σύστημα έχει πρόσθετα χαρακτηριστικά σχετιζόμενα με το χειρισμό των κλήσεων. Τα εταιρικά συστήματα συχνά κατατάσσονται ευρέως σε συστήματα πλήκτρων, υβριδικά συστήματα και ιδιωτικά τηλεφωνικά κέντρα.

Τα συστήματα πλήκτρων αρχικά ξεχώριζαν από τα ιδιωτικά τηλεφωνικά κέντρα (PBX), στο ότι έδιναν τη δυνατότητα στο χρήστη του σταθμού να βλέπει και να ελέγχει τις κλήσεις απ' ευθείας, χειροκίνητα, χρησιμοποιώντας φωτιζόμενα πλήκτρα, ενώ ένα ιδιωτικό τηλεφωνικό σύστημα λειτουργεί με τρόπο παρόμοιο με το δημόσιο τηλεφωνικό σύστημα, όπου οι κλήσεις κατευθύνονται στον σωστό προορισμό με απ' ευθείας κλήση. Τεχνολογικά, τα ιδιωτικά τηλεφωνικά συστήματα μοιράζονται την καταγωγή τους με τα τηλεφωνικά συστήματα γραφείων και σε μεγαλύτερα, η περισσότερο πολύπλοκα συστήματα, μπορεί να συναγωνίζεται ένα κεντρικό σύστημα γραφείου, σε ισχύ και χαρακτηριστικά.

## **Προκάτοχοι των PBX**

### **Συστήματα πλήκτρων (Key Systems)**

Η λέξη “key” ήταν όρος της τεχνικής της εταιρείας Bell System που αναφερόταν σε ένα χειροκίνητο διακόπτη, όπως τις σειρές πλήκτρων στα τηλέφωνα που συνδέονταν με τέτοια συστήματα. Τα συστήματα πλήκτρων διαφέρουν κυρίως από τα ξεχωριστά σετ πλήκτρων επιλογής για κάθε συνδεδεμένη τηλεφωνική γραμμή, ένα γνώρισμα που το μοιράζονται με τα υβριδικά συστήματα. Νέες εγκαταστάσεις γνήσιων συστημάτων



πλήκτρων είναι λιγότερο συνηθισμένες καθώς τα υβριδικά συστήματα και τα ιδιωτικά τηλεφωνικά κέντρα παρόμοιου μεγέθους έχουν ίδιο κόστος και μεγαλύτερη λειτουργικότητα. Τα συστήματα διακοπών μπορούν να φτιαχτούν χρησιμοποιώντας 3 βασικές αρχιτεκτονικές: ηλεκτρομαγνητικό διαμεριζόμενο έλεγχο, ηλεκτρονικό διαμεριζόμενο έλεγχο ή ανεξάρτητα σετ κλειδιών.

## Ηλεκτρομηχανικά συστήματα διακοπών με διαμερισμό ελέγχου

Πριν την εμφάνιση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων σε ευρεία κλίμακα, τα συστήματα πλήκτρων αποτελούνταν συνήθως από ηλεκτρομηχανικά τμήματα (ρελέ) όπως και τα μεγαλύτερα τηλεφωνικά συστήματα. Τα συστήματα πλήκτρων που διατίθενταν στην αγορά της Βορείου Αμερικής, όπως τα 1A, 6A, 1A1 και το 1A2, ήταν συνηθισμένα και εμπορεύονταν πολλές δεκαετίες. Η οικογένεια τηλεφωνικών μονάδων πλήκτρων (Key Telephone Units, KTUs) 1A της εταιρείας Western Electric (WECO) χρησιμοποιούνταν στη δεκαετία του '50. Ο εξοπλισμός 1A ήταν απλοϊκός και απαιτούνταν τουλάχιστον δύο KTUs ανά γραμμή, ένα για τερματισμό της γραμμής και ένα για τερματισμό του σταθμού (μέσω του τηλεφώνου). Η συσκευή τηλεφώνου που χρησιμοποιούνταν ευρέως από τα συστήματα 1A ήταν η WECO 300-series. Στη δεκαετία του '60, τα συστήματα 1A1 απλοποίησαν την καλωδίωση με ένα μόνο KTU για τερματισμό γραμμής και σταθμού, και αύξησαν τα χαρακτηριστικά που ήταν διαθέσιμα. Καθώς τα συστήματα 1A1 έγιναν συνήθη, οι απαιτήσεις σε χαρακτηριστικά ενδοσυνεννόησης αυξήθηκαν. Το πρότυπο ενδοεπικοινωνίας KTU, WECO Model 207, ήταν φτιαγμένο για μία μόνο σύνδεση ομιλίας, δηλαδή μια συζήτηση ενδοεπικοινωνίας κάθε στιγμή. Το σύστημα ενδοεπικοινωνίας επιλογής WECO 6A παρείχε δύο ενδο-επικοινωνιακές συνδέσεις και συχνά το εγκαθιστούσαν ως επιλογή ενδοεπικοινωνίας στα συστήματα 1A1 και 1A2. Δυστυχώς τα συστήματα 6A ήταν πολύπλοκα, προβληματικά και ακριβά και δεν έγιναν ποτέ δημοφιλή. Η εμφάνιση της τεχνολογίας 1A2 το 1970 απλοποίησε την εγκατάσταση και συντήρηση των συστημάτων πλήκτρων. Αυτά συνέχισαν να χρησιμοποιούνται μέχρι τη δεκαετία του '80, όπου η άφιξη ηλεκτρονικών συστημάτων, λόγω της ευκολότερης εγκατάστασης και των μεγαλύτερων δυνατοτήτων, σηματοδότησε το τέλος των ηλεκτρομηχανικών συστημάτων πλήκτρων.

Δύο άγνωστα συστήματα πλήκτρων χρησιμοποιήθηκαν στα αεροδρόμια για τις επικοινωνίες ελέγχου της εναέριας κυκλοφορίας, τα 102 και 302. Ήταν ειδικά σχεδιασμένα για επικοινωνία μεταξύ του πύργων ελέγχου και των ραντάρ ελέγχου προσέγγισης (RAPCON) ή τον έλεγχο προσέγγισης εδάφους (GCA) και συμπεριλάμβανε γραμμές ασύρματης σύνδεσης.

Η εταιρεία Automatic Electric πωλούσε ακόμα μια οικογένεια τηλεφωνικού εξοπλισμού πλήκτρων, αλλά ποτέ δεν κέρδισε τη διαδομένη χρήση που απολάμβανε ο εξοπλισμός της Western Electric.

## **Είδη συστημάτων PBX**

### **Ηλεκτρονικά συστήματα διαμερισμού ελέγχου**

Με την ανάπτυξη των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων LSI, η ίδια σχεδίαση μπορούσε να εφαρμοστεί φθηνότερα από ότι με τη χρήση ρελέ. Επίσης έγινε εφικτός ο περιορισμός της καλωδίωσης πολλών συρμάτων και αντικαταστάθηκε με πιο απλό καλώδιο, παρόμοιο ή ίδιο με αυτό που χρησιμοποιούνταν σε διαφορετικά συστήματα. Τα ηλεκτρονικά συστήματα διαμερισμού ελέγχου σύντομα οδήγησαν στο μοντέρνο υβριδικό τηλεφωνικό σύστημα, καθώς τα χαρακτηριστικά του PBX και των συστημάτων πλήκτρων συνενώθηκαν. Ένα από τα πιο αναγνωρίσιμα τέτοια συστήματα είναι το AT&T Merlin.

Επιπροσθέτως, τα περισσότερα μοντέρνα συστήματα συμπεριλάμβαναν ένα μεγάλο αριθμό χαρακτηριστικών όπως:

- Λειτουργία αυτόματου τηλεφωνητή
- Απομακρυσμένος έλεγχος ολόκληρου του συστήματος
- Αυτόματη καταμέτρηση κλήσεων
- Ταχεία πληκτρολόγηση
- Ταυτότητα του καλούντος
- Συγκεκριμένοι περιορισμοί του κέντρου (όπως μη υπεραστική προσβασιμότητα)
- Διαλογή ήχων σήμανσης

Τα χαρακτηριστικά μπορούσαν να προστεθούν ή να τροποποιηθούν εύκολα με τη χρήση λογισμικού, επιτρέποντας την εύκολη προσαρμογή αυτών των συστημάτων. Οι σταθμοί μπορούσαν ευκολότερα να συντηρηθούν από τα προηγούμενα ηλεκτρομαγνητικά συστήματα, καθώς χρησιμοποιούσαν αποτελεσματικότερα LEDs αντί λαμπών πυρακτώσεως για να δείχνουν την κατάσταση της σύνδεσης.

### **Υβριδικά τηλεφωνικά συστήματα**

Στον 21ο αιώνα, η διάκριση μεταξύ συστημάτων πλήκτρων και PBX έγινε πολύ συγκεχυμένη. Τα πρώτα ηλεκτρονικά συστήματα πλήκτρων χρησιμοποιούσαν ειδικές συσκευές οι οποίες εμφάνιζαν και επέτρεπαν την πρόσβαση σε όλες τις συνδεδεμένες γραμμές PSTN και σταθμούς.

Το σύγχρονο σύστημα πλήκτρων τώρα υποστηρίζει ISDN, αναλογικές συσκευές (εκτός από τη δική του – συνήθως ψηφιακή) καθώς και μια σειρά από χαρακτηριστικά που παραδοσιακά απαντούν σε μεγαλύτερα συστήματα PBX. Η υποστήριξή τους τόσο σε αναλογική όσο και ψηφιακή σηματοδότηση και η λειτουργικότητα ορισμένων PBX οδηγούν στην ονομασία τους ως "Υβριδικά".

Ένα υβριδικό σύστημα έχει συνήθως κάποια πλήκτρα εμφάνισης κλήσεων που αντιστοιχούν άμεσα σε μεμονωμένες γραμμές ή / και σταθμούς, αλλά μπορεί επίσης να

υποστηρίζει απευθείας κλήση σε κάποια εσωτερική ή εξωτερική γραμμή χωρίς να επιλεγεί κάποια γραμμή.

Το σύγχρονο σύστημα πλήκτρων είναι συνήθως πλήρως ψηφιακό (αν και εξακολουθούν να υφίστανται αναλογικές παραλλαγές) και ορισμένα συστήματα αγκαλιάζουν το VoIP. Τα συστήματα πλήκτρων, μπορεί να θεωρηθεί ότι έχουν αφήσει τις ταπεινές τους ρίζες και έχουν γίνει μικρά PBX. Σαν αποτέλεσμα, τα στοιχεία που ξεχωρίζουν ένα τηλεφωνικό κέντρο από το υβριδικό σύστημα πλήκτρων, είναι η ποσότητα, η ποικιλία και η πολυπλοκότητα των χαρακτηριστικών και των λειτουργιών που προσφέρονται.

## **Φιλοξενούμενα PBX συστήματα (Hosted PBX systems)**

Ένα φιλοξενούμενο PBX σύστημα προσφέρει τις λειτουργίες PBX σαν υπηρεσία, διαθέσιμη μέσα από το Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο Μεταγωγής (PSTN) και/ή μέσα από το Διαδίκτυο. Τα φιλοξενούμενα PBX συστήματα παρέχονται συνήθως από την εταιρεία τηλεφωνίας χρησιμοποιώντας εξοπλισμό που βρίσκεται στις εγκαταστάσεις της. Αυτό σημαίνει ότι ο οργανισμός του πελάτη δεν χρειάζεται να αγοράσει ή να εγκαταστήσει εξοπλισμό PBX (γενικά η υπηρεσία παρέχεται υπό μορφή ενοικίασης) και η εταιρεία τηλεφωνίας μπορεί (με μερικές διαμορφώσεις) να χρησιμοποιήσει τον ίδιο εξοπλισμό μεταγωγής για να εξυπηρετήσει πολλούς λογαριασμούς φιλοξενίας PBX.

Αντί να αγοράσουν εξοπλισμό PBX, οι χρήστες κάνουν σύμβαση για υπηρεσίες με ένα πάροχο φιλοξενούμενων PBX υπηρεσιών, έναν ειδικού τύπου πάροχο υπηρεσιών εφαρμογών (Application Service Provider, ASP). Η πρώτη υπηρεσία φιλοξενίας PBX πρόσφερε πολλές δυνατότητες σε σχέση με τα συστήματα της εποχής. Στην πραγματικότητα, κάποιες λειτουργίες, όπως η “follow-me”, παρουσιάστηκαν σε φιλοξενούμενες υπηρεσίες πριν γίνουν διαθέσιμες μέσα από hardware εξοπλισμό PBX. Από τη στιγμή του λανσαρίσματος, αναβαθμίσεις και νέες προσφορές από διάφορες εταιρείες έχουν αναπτύξει τις παροχές και στις δύο κατευθύνσεις. Σήμερα, είναι δυνατόν να έχουμε φιλοξενούμενη PBX υπηρεσία με πολύ περισσότερα χαρακτηριστικά από αυτά των πρώτων συστημάτων της ίδιας κλάσης ή να συνεργαστούμε με εταιρείες που παρέχουν λιγότερη λειτουργικότητα για απλές ανάγκες, για χαμηλότερο κόστος.

Πλέον των δυνατοτήτων που δίδονται από τα βασικά PBX συστήματα, τα φιλοξενούμενα PBX:

- Επιτρέπουν σε ένα νούμερο να αντιπροσωπεύει όλη την εταιρεία, παρόλο που γεωγραφικά μπορεί να μην βρίσκεται στο ίδιο μέρος. Μια εταιρεία μπορεί να επιλέξει να μην έχει εγκαταστάσεις, με τους εργαζόμενους να συνδέονται από το σπίτι χρησιμοποιώντας τα οικιακά τους τηλέφωνα, αλλά να τους παρέχονται οι ίδιες υπηρεσίες όπως κάθε χρήστης τους PBX.
- Επιτρέπουν την πρόσβαση πολλών συσκευών, όπου οι υπάλληλοι συνδέονται στο δίκτυο μέσα από ποικίλα τηλεπικοινωνιακά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων

POTS, ISDN , κινητών τηλεφώνων και VOIP.

Αυτό επιτρέπει σε μία επέκταση να ηχεί σε πολλές περιοχές (ταυτόχρονα ή διαδοχικά).

- Υποστηρίζουν συνδυασμό εξατομικευμένων τρόπων κλήσης (που επιτρέπουν τις εσωτερικές κλήσεις, ακόμα και από ιδιωτικές εγκαταστάσεις, να γίνεται φθηνότερα) με ενσωμάτωση και καταμέτρηση της χρέωσης (όπου τηλεφωνήματα που γίνονται από ιδιωτικές γραμμές για λογαριασμό της εταιρείας, χρεώνονται στην εταιρεία).
- Ελαττώνουν την ανάγκη των εταιρειών να ελέγχουν ή να πληρώνουν για την συντήρηση του εξοπλισμού στο χώρο τους.
- Επιτρέπουν διαβαθμίσεις έτσι να μην χρειάζεται ένα μεγαλύτερο σύστημα εάν προσληφθούν νέοι υπάλληλοι και δεν αχρηστεύονται υλικά όταν μειωθεί το προσωπικό.

## **Κινητό PBX (mobile PBX)**

Ένα κινητό PBX είναι μια φιλοξενούμενη PBX υπηρεσία που επεκτείνει τη λειτουργικότητα της σταθερής γραμμής PBX σε κινητές συσκευές όπως τα κινητά τηλέφωνα, τα “έξυπνα” τηλέφωνα και τα PDA, αναγνωρίζοντας τα ως επεκτάσεις. Οι υπηρεσίες κινητού PBX μπορεί επίσης να περιλαμβάνουν και σταθερά τηλέφωνα. Τα κινητά συστήματα PBX είναι διαφορετικά από άλλα φιλοξενούμενα συστήματα τα οποία απλώς προωθούν κλήσεις ή δεδομένα σε κινητά τηλέφωνα και επιτρέπουν στο ίδιο το κινητό τηλέφωνο, με την χρήση πλήκτρων και άλλων συσκευών εισόδου, να ελέγχουν τις λειτουργίες PBX του τηλεφώνου και να διαχειρίζονται τις επικοινωνίες χωρίς να χρειάζεται να καλέσουμε πρώτα το σύστημα. Ένα κινητό PBX μπορεί να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητες που είναι διαθέσιμες στα “έξυπνα” τηλέφωνα να τρέξουν “custom” εφαρμογές για να υλοποιήσουν ξεχωριστές λειτουργίες του PBX.

## **IP-PBX**

Στα μέσα της δεκαετίας του '90 η απόδοση των δικτύων βελτιώθηκε σε σημείο που έγινε δυνατό να αποστέλλεται ροή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο μέσα από μια δικτυακή σύνδεση. Επειδή η πληροφορία τεμαχίζεται σε τμήματα, τα οποία μετά πακετάρονται σε ένα πακέτο που φέρει τη διεύθυνση του παραλήπτη, τέτοιες συνδέσεις αναφέρονται ως “packet-based”. Βέβαια η πρόκληση είναι να σταλεί ένα πλήθος από αυτά τα πακέτα ανάμεσα σε δύο τελικά σημεία, διασφαλίζοντας ότι τα πακέτα φτάνουν με την ίδια σειρά που στάλθηκαν, σε λιγότερο από 150 ms, χωρίς κανένα να χαθεί. Αυτή είναι η ουσία του “Voice Over IP”.

Ένα σύστημα IP-PBX διαχειρίζεται φωνητικά σήματα μέσω του διαδικτυακού πρωτοκόλλου, έχοντας τα πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσης τηλεφωνίας - υπολογιστή (Computer Telephony Integration, CTI). Ένα IP-PBX μπορεί να υφίσταται σαν φυσικός

εξοπλισμός ή μπορεί να πραγματοποιεί τις λειτουργίες του εικονικά, εκτελώντας τις εργασίες δρομολόγησης κλήσεων του συνηθισμένου PBX ή του συστήματος πλήκτρων, σαν ένα σύστημα λογισμικού. Η εικονική εκδοχή του ονομάζεται επίσης “Soft PBX”.

## **Υβριδικά PBX συστήματα**

Ένα υβριδικό σύστημα PBX συνδυάζει τα χαρακτηριστικά ενός παραδοσιακού συστήματος PBX, με VoIP λειτουργικότητα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η λειτουργία VoIP μπορεί να είναι μόνο ο τρόπος με τον οποίο το PBX επικοινωνεί με τις τηλεφωνικές συσκευές. Μπορεί επίσης να υπάρχει δυνατότητα για απομακρυσμένες επεκτάσεις ή τηλέφωνα λογισμικού όπως και δυνατότητα χρήσης διαδικτυακών τηλεφωνικών υπηρεσιών (ITSPs). Το κύριο προστιθέμενο όφελος είναι η συνδυασμένη λειτουργικότητα, καθώς μπορούν να διατηρηθούν όλες οι υπάρχουσες γραμμές και οι αριθμοί και να προσθεθεί το VoIP ως μία σημαντική εξοικονόμηση όπου αυτό είναι δυνατόν.

Το Asterisk είναι ένα πλήρως υβριδικό σύστημα που συνδυάζει πολλά είδη συνδέσεων με το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο καθώς και VoIP λειτουργικότητα συμπεριλαμβανομένων:

- Χρήση βιομηχανικού προτύπου SIP συμβατών τηλεφώνων
- Απομακρυσμένες επεκτάσεις χρησιμοποιώντας τηλέφωνα SIP ή τηλέφωνα λογισμικού
- Υποστήριξη IAX (Inter-Asterisk eXchange)
- Γεφύρωση απομακρυσμένων συστημάτων Asterisk για να λειτουργήσουν ως ένα ενιαίο σύστημα

## **Λειτουργίες του PBX**

Λειτουργικά, το PBX εκτελεί τέσσερα κύρια καθήκοντα επεξεργασίας κλήσεων:

- Δημιουργία συνδέσεων (κυκλωμάτων) ανάμεσα στις τηλεφωνικές συσκευές δύο χρηστών (εντοπίζοντας το καλούμενο τηλέφωνο από το συγκεκριμένο νούμερο, αντιλαμβανόμενο αν το τηλέφωνο δεν είναι ήδη κατειλημμένο)
- Διατηρεί τις συγκεκριμένες συνδέσεις όσο οι χρήστες τις χρειάζονται (μεταφέροντας τα φωνητικά σήματα ανάμεσα στους χρήστες)
- Διακόπτει τις συνδέσεις σύμφωνα με επιλογή του χρήστη
- Παρέχει πληροφορίες για λογιστικούς σκοπούς (καταμέτρηση κλήσεων)

Εκτός από αυτές τις βασικές λειτουργίες, τα PBX προσφέρουν πολλά άλλα χαρακτηριστικά πραγματοποίησης κλήσεων και δυνατότητες, με διαφορετικούς κατασκευαστές να παρέχουν

διαφορετικά χαρακτηριστικά σε μια προσπάθεια να διαφοροποιήσουν τα προϊόντα τους. Συνηθισμένα γνωρίσματα είναι τα ακόλουθα (οι κατασκευαστές μπορεί να ονομάζουν διαφορετικά κάποια δυνατότητα):

- Αυτόματος τηλεφωνητής
- Αυτόματη πληκτρολόγηση
- Αυτόματος διανομέας κλήσεων
- Αυτόματες υπηρεσίες καταλόγου (όπου ο καλών μπορεί να κατευθυνθεί σε συγκεκριμένο υπάλληλο πληκτρολογώντας ή λέγοντας τα γράμματα του ονόματός του)
- Αυτόματη επανάληψη κλήσης
- Καταμέτρηση κλήσεων
- Φραγή κλήσεων
- Προώθηση κλήσεων όταν είναι κατειλημμένο ή δεν απαντά
- Συλλογή κλήσεων
- Απάντηση κλήσεων
- Μεταφορά κλήσεων
- Αναμονή κλήσεων
- Κλήση τηλεδιάσκεψης
- Προεπιλεγμένος χαιρετισμός
- Εξατομίκευση συντόμευσης πληκτρολόγησης (ταχεία πληκτρολόγηση)
- Παράκαμψη κατειλημμένου
- Απ' ευθείας εσωτερική κλήση (Direct Inward Dialing)
- Σύστημα απ' ευθείας εσωτερικής πρόσβασης (Direct Inward System Access, DISA) (η δυνατότητα πρόσβασης σε εσωτερικά στοιχεία από εξωτερική τηλεφωνική γραμμή)
- Μην ενοχλείτε (DND)
- "Follow-me" επίσης γνωστό ως "find-me": Προσδιορίζει τη δρομολόγηση των εισερχομένων κλήσεων. Το τηλεφωνικό κέντρο έχει ρυθμιστεί με μία λίστα αριθμών για ένα άτομο. Όταν λαμβάνεται ένα τηλεφώνημα για αυτό το πρόσωπο, το κέντρο το κατευθύνει σε όλα τα νούμερα της λίστας διαδοχικά μέχρι το τηλεφώνημα να απαντηθεί ή να τελειώσει η λίστα (τότε το τηλεφώνημα θα κατευθυνθεί σε φωνητική θυρίδα).
- Διαδραστική φωνητική απόκριση (IVR)
- Μουσική στην αναμονή
- Υπηρεσία νυκτός
- Public address voice paging
- Διαμοιραζόμενες θυρίδες μηνυμάτων (όταν ένα τμήμα επιχείρησης έχει κοινόχρηστη θυρίδα τηλεφωνητή)
- Φωνητικό ταχυδρομείο (voice mail)
- Μετάδοση φωνητικών μηνυμάτων
- Μήνυμα καλωσορίσματος

## Κύρια μέρη

Ένα PBX σύστημα συνήθως περιλαμβάνει:

- Το εσωτερικό δίκτυο μεταγωγής.
- Μικροελεγκτή και μικροϋπολογιστή για ανάλυση πληροφοριών, έλεγχο και υπολογισμούς.
- Logic cards, κάρτες μεταγωγής και ελέγχου, κάρτες ισχύος και συναφή συσκευές που επιτρέπουν την λειτουργία του PBX.
- Σταθμούς ή σύνολα τηλεφώνων, η απλά “γραμμές”.
- Εξωτερικά κυκλώματα που μεταφέρουν σήματα από και προς το PBX .
- Κονσόλα ή πίνακα που επιτρέπει στο χειριστή να ελέγχει τις εισερχόμενες κλήσεις.
- Αδιάλειπτη παροχή ρεύματος (UPS) που αποτελείται από αισθητήρες, διακόπτες και μπαταρίες.
- Εσωτερική καλωδίωση
- Συρτάρια, ντουλάπες, κρύπτες και άλλους χώρους αποθήκευσης.

## Σύγχρονες Τάσεις

Μια από τις τελευταίες τάσεις στην ανάπτυξη του PBX είναι το VoIP PBX, γνωστό επίσης σαν IP-PBX ή IPBX, που χρησιμοποιεί το διαδικτυακό πρωτόκολλο για να μεταφέρει τις κλήσεις. Τα περισσότερα σύγχρονα συστήματα PBX υποστηρίζουν το VoIP. Τα ISDN PBX συστήματα αντικατέστησαν επίσης κάποια PBX στη δεκαετία του '90, καθώς το ISDN προσφέρει χαρακτηριστικά όπως τηλεδιάσκεψη, προώθηση κλήσεων και προγραμματιζόμενη πιστοποίηση του καλούντος. Πάντως, τα πρόσφατα ανοικτού κώδικα πρότζεκτ σε συνδυασμό με φτηνό και σύγχρονο υλικό ελαττώνουν σημαντικά το κόστος ιδιοκτησίας του PBX

Για μερικούς χρήστες, το ιδιωτικό τηλεφωνικό κέντρο έχει κάνει τον κύκλο του σαν όρος. Ξεκινώντας αρχικά σαν το χειροκίνητο τηλεφωνικό κέντρο κάποιου οργανισμού ή μιας κονσόλας με χειριστή, έχουν εξελιχθεί σε κέντρα VoIP που φιλοξενούνται από παρόχους τηλεπικοινωνιών ή ακόμα και από κατασκευαστές υλικού. Αυτά τα μοντέρνα συστήματα IP δίνουν βασικά τις ίδιες υπηρεσίες, αλλά έχουν απομακρυνθεί τόσο πολύ από την αρχική ιδέα του PBX που ο όρος δεν αντιστοιχεί πια.

Αν και το VoIP έχει μεγάλη δημοσιότητα, το παλιό δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος ζει και βασιλεύει και τα ήδη αγορασμένα PBX είναι πολύ ανταγωνιστικά σε υπηρεσίες έχοντας μοντέρνα IP Centrexes.

Επί του παρόντος, υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά σενάρια χρήσης:

- PBX (ιδιωτικό με μεταγωγή κυκλώματος)
- Hosted/Virtual PBX (Φιλοξενούμενο με μεταγωγή κυκλώματος)
- IP PBX (Ιδιωτικό με μεταγωγή πακέτων)
- IP Centrex ή Hosted/Virtual IP (Φιλοξενούμενο με μεταγωγή πακέτων)

Δεδομένου ότι στην πραγματικότητα ο κόσμος θέλει να καλεί από τη μεριά του IP προς το PSTN δίκτυο, οι παρεχόμενες λύσεις συχνά πρέπει να ελιχθούν και στα δύο βασίλεια με τον ένα ή τον άλλο τρόπο. Οι διαφορές δύσκολα φαίνονται στον τελικό χρήστη.

## **Εύρος χρήσεων του PBX**

### **Οικιακή και μικρών επιχειρήσεων χρήση**

Ιστορικά τα ολοκληρωμένα συστήματα PBX ήταν έξω από τις δυνατότητες των ιδιωτών και των μικρών επιχειρήσεων. Πάντως μετά τη δεκαετία του '90 πολλά μικρά PBX έγιναν προσιτά στον ιδιώτη καταναλωτή. Αυτά τα συστήματα δεν συγκρίνονται σε μέγεθος, δυνατότητες ή ευελιξία με τα εμπορικής ποιότητας PBX αλλά έχουν πολλές δυνατότητες. Τα πρώτα συστήματα PBX για ιδιώτες χρησιμοποιούσαν αναλογικές τηλεφωνικές γραμμές (POTS), που τυπικά υποστήριζαν 4 ιδιωτικές αναλογικές γραμμές και μία δημόσια. Τα συστήματα αυτά έχουν το μέγεθος ενός μικρού κουτιού πούρων. Στην Ευρώπη τα συστήματα αυτά για αναλογικά τηλέφωνα ακολουθήθηκαν από ISDN PBX για ιδιώτες. Η χρήση μικρών τηλεφωνικών κέντρων για ISDN είναι ένα λογικό βήμα, δεδομένου ότι το βασικό interface του ISDN παρέχει δύο λογικές τηλεφωνικές γραμμές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα. Μικρά, "entry level" συστήματα είναι επίσης πολύ φθηνά (π.χ. €70). Με την υιοθέτηση του VoIP από τους καταναλωτές, παρουσιάστηκαν πολλά VoIP PBX για το ευρύ κοινό, έχοντας λειτουργίες PBX σαν απλά πρόσθετα χαρακτηριστικά του λογισμικού σε router και switch.

Πρότζεκτ ανοικτού κώδικα παρείχαν χαρακτηριστικά PBX από τη δεκαετία του '90. Τα πρότζεκτ αυτά παρέχουν μεγάλη προσαρμοστικότητα και χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένων των μέσων ελέγχου και αλλαγής των εσωτερικών διεργασιών ενός PBX. Μειωμένοι φραγμοί εισόδου για τους νέους κατασκευαστές δημιούργησαν επιχειρηματικές ευκαιρίες για τους νεοεισερχόμενους.

### **Εταιρική χρήση**

Λόγω της αποδοτικότητας του εύρους ζώνης και του χαμηλού κόστους που προσφέρει η τεχνολογία VoIP, οι επιχειρήσεις αρχίζουν σταδιακά να μεταναστεύουν από τα παραδοσιακά τηλεφωνικά συστήματα χάλκινης καλωδίωσης στο VoIP, για να ελαττώσουν τα μηνιαία τηλεφωνικά έξοδά τους.

Οι λύσεις VoIP που στοχεύουν σε επιχειρήσεις έχουν εξελιχθεί σε υπηρεσίες «ενοποιημένης επικοινωνίας» που χειρίζονται όλες τις επικοινωνίες - τηλεφωνικές κλήσεις, φαξ, φωνητικά μηνύματα, διαδικτυακές συσκέψεις και άλλα - σαν ξεχωριστές ενότητες που μπορούν να διακομιστούν με κάθε τρόπο σε κάθε τηλεφωνική συσκευή συμπεριλαμβανομένων και των κινητών τηλεφώνων. Δύο είδη ανταγωνιστών συναγωνίζονται σε αυτό το χώρο: η μία πλευρά εστιάζει στο VoIP για μεσαίες προς



μεγάλες επιχειρήσεις, ενώ η άλλη στοχεύει στη αγορά των μικρών προς μεσαίων επιχειρήσεων.

Το VoIP να λειτουργήσει τόσο σε επικοινωνίες φωνής όσο και δεδομένων διαμέσου ενός απλού δικτύου, το οποίο μπορεί να μειώσει σημαντικά το κόστος των υποδομών. Οι τιμές για επεκτάσεις VoIP είναι χαμηλότερες των PBX και των συστημάτων πλήκτρων". Οι μεταγωγείς VoIP λειτουργούν με εμπορικό εξοπλισμό, όπως συστήματα PC ή Linux. Αντί των κλειστών αρχιτεκτονιών, οι συσκευές αυτές βασίζονται σε πρότυπες διεπαφές. Οι συσκευές VoIP έχουν απλή και έξυπνη διεπαφή χρήστη, ώστε οι χρήστες να μπορούν να κάνουν εύκολα αλλαγές ρυθμίσεων. Κινητά διπλής λειτουργίας δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να συνεχίζουν τη συνδιάλεξη τους καθώς μετακινούνται από σε μια εξωτερική κυψελική υπηρεσία σε ένα εσωτερικό δίκτυο Wi-Fi, έτσι ώστε δεν είναι πια αναγκαίο να μεταφέρουμε και σταθερό και κινητό τηλέφωνο. Η χρήση γίνεται πιο απλή καθώς έχουμε λιγότερες συσκευές να επιβλέπουμε.

Το Skype, το οποίο αρχικά προωθήθηκε σαν υπηρεσία ανάμεσα σε φίλους, έχει ξεκινήσει να εξυπηρετεί επιχειρήσεις, προσφέροντας συνδέσεις χωρίς χρέωση ανάμεσα σε οποιαδήποτε χρήστη του δικτύου Skype και συνδέοντας από και προς τα συνηθισμένα τηλέφωνα PSTN με κάποια αμοιβή.

Στις Η.Π.Α. ο Οργανισμός Κοινωνικής Ασφάλειας (Social Security Administration, SSA) μετατρέπει στα κατά τόπους γραφεία του, δυναμικότητας 63.000 εργαζομένων, τις παραδοσιακές τηλεφωνικές εγκαταστάσεις σε υποδομές VoIP, χρησιμοποιώντας το υπάρχον δίκτυο του.

## **Μεσαία συστήματα**

Τα μεσαίου μεγέθους συστήματα (10 έως 50 τηλέφωνα), είναι αυτά όπου οι εκτιμήσεις των επιδόσεων τους αποτελούν μεγαλύτερη πρόκληση για επίλυση. Γενικά, τα συστήματα αυτά αναπτύσσονται με έναν ή δύο εξυπηρετητές μόνο και ως εκ τούτου, κάθε μηχανήμα θα πρέπει να χειριστεί περισσότερα του ενός έργα. Καθώς τα φορτία θα αυξάνουν, το σύστημα θα πιέζεται ολοένα και πιο κοντά στα όρια του. Οι χρήστες μπορεί να αρχίσουν να αντιλαμβάνονται προβλήματα ποιότητας, χωρίς να συνειδητοποιούν ότι το σύστημα δεν είναι ελαττωματικό σε κανένα τομέα, αλλά απλώς υπερβαίνει τη χωρητικότητά του. Τα προβλήματα αυτά θα γίνουν σταδιακά μεγαλύτερα καθώς όλο και περισσότερο φορτίου θα προστίθεται στο σύστημα. Είναι κρίσιμο να εντοπιστούν τα προβλήματα απόδοσης και να αντιμετωπιστούν πριν γίνουν αντιληπτά από τους χρήστες. Η παρακολούθηση της απόδοσης σε αυτά τα συστήματα και οι γρήγορες ενέργειες για αντιμετώπιση οποιουδήποτε προβλήματος, είναι το κλειδί που θα εξασφαλίσει ότι παρέχεται μια πλατφόρμα τηλεφωνίας ποιότητας.

## Μεγάλα συστήματα

Μεγάλα συστήματα (άνω των 120 τηλεφώνων), μπορεί να κατανέμονται σε πολλούς εξυπηρετητές και τοποθεσίες και κατά συνέπεια, προβλήματα απόδοσης μπορούν να επιλυθούν με την προσθήκη πρόσθετων εξυπηρετητών. Με αυτό τον τρόπο έχουν δημιουργηθεί πολύ μεγάλα συστήματα Asterisk.

Η οικοδόμηση ενός μεγάλου συστήματος απαιτεί προηγμένο επίπεδο γνώσεων σε πολλούς διαφορετικούς τομείς. Τα προβλήματα που θα αντιμετωπιστούν οικοδομώντας ένα τέτοιο σύστημα είναι όμοια με αυτά της ανάπτυξης οποιουδήποτε συστήματος πολλών εξυπηρετητών που χειρίζονται μία κατανεμημένη διεργασία.

# Voice over Internet protocol και πρωτόκολλα υλοποίησης

Το Voice over Internet protocol είναι ένας γενικός όρος για μια οικογένεια μεθοδολογιών, πρωτοκόλλων επικοινωνίας και τεχνολογιών μετάδοσης για την παράδοση φωνητικών επικοινωνιών και συνεδριών πολυμέσων δια μέσου δικτύων διαδικτυακού πρωτοκόλλου, όπως το διαδίκτυο. Άλλοι όροι που συναντώνται συχνά και χρησιμοποιούνται συνώνυμα με τον όρο VoIP, είναι η IP τηλεφωνία (IP telephony), διαδικτυακή τηλεφωνία (Internet telephony), “voice over broadband” (VoBB) και ευρυζωνική τηλεφωνία (broadband telephony).

Η διαδικτυακή τηλεφωνία αναφέρεται σε υπηρεσίες επικοινωνίας - φωνητικές, φαξ, SMS και/ή εφαρμογές φωνητικών μηνυμάτων – που μεταφέρονται μέσω διαδικτύου παρά μέσα από το PSTN. Τα απαιτούμενα βήματα για την εκτέλεση μιας κλήσης VoIP είναι η εγκατάσταση καναλιών σήματος και επικοινωνίας, η ψηφιοποίηση του αναλογικού φωνητικού σήματος, η συμπίεση προαιρετικά, η πακετοποίηση και η μετάδοση τους ως πακέτα μέσω δικτύου μεταγωγής πακέτων. Στη λαμβάνουσα πλευρά τα ίδια βήματα αναπαράγουν την πρωτότυπη φωνητική ροή.

Τα συστήματα VoIP χρησιμοποιούν πρωτόκολλα ελέγχου συνεδρίας για να ελέγχουν τη δημιουργία και τον τερματισμό των κλήσεων, όπως και των κωδικοποιητών του ήχου, που κωδικοποιούν την ομιλία, επιτρέποντας τη μεταφορά της μέσα από δίκτυο IP σαν ψηφιακό ήχο, διαμέσου ροής ήχου. Η χρήση κωδικοποιητών ποικίλλει ανάμεσα στις διάφορες εφαρμογές του VoIP (συχνά χρησιμοποιείται πλήθος κωδικοποιητών). Κάποιες εφαρμογές βασίζονται σε περιορισμένο εύρος ζώνης και συμπιεσμένη ομιλία, ενώ άλλες υποστηρίζουν μεγάλης ευκρίνειας στερεοφωνικούς κωδικοποιητές.

Το Voice over IP έχει υλοποιηθεί με διάφορους τρόπους χρησιμοποιώντας ιδιόκτητα και ελεύθερα πρωτόκολλα και πρότυπα. Παραδείγματα τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή του Voice over IP περιλαμβάνουν:

- H.323
- IP Multimedia Subsystem (IMS)
- Media Gateway Control Protocol (MGCP)
- Session Initiation Protocol (SIP)
- Real-time Transport Protocol (RTP)
- Session Description Protocol (SDP)

Το πρωτόκολλο H.323 ήταν ένα από τα πρώτα πρωτόκολλα VoIP που βρήκαν ευρεία εφαρμογή σε μεταδόσεις μεγάλων αποστάσεων όσο και σε υπηρεσίες τοπικών δικτύων. Ωστόσο, από την ανάπτυξη νεότερων, λιγότερο πολύπλοκων πρωτοκόλλων, όπως το MGCP και το SIP, οι εφαρμογές H.323 είναι εξαιρετικά περιορισμένες στο να μεταφέρουν την υπάρχουσα, μεγάλης απόστασης δικτυακή κίνηση. Συγκεκριμένα το SIP κέρδισε εκτενή εμπορική διείσδυση στην αγορά του VoIP.

Μία αξιοσημείωτη ιδιότητα υλοποίησης είναι το πρωτόκολλο του Skype, το οποίο βασίζεται εν μέρει στις αρχές της δικτύωσης “peer-to-peer”.

### ***Το πρωτόκολλο SIP (Session Initiation Protocol)***

Το πρωτόκολλο SIP είναι ένα πρωτόκολλο σηματοδότησης ορισμένο στο IETF, ευρέως χρησιμοποιημένο για τον έλεγχο συνόδων επικοινωνίας πολυμέσων, όπως φωνητικές και βίντεο κλήσεις μέσω του διαδικτυακού πρωτοκόλλου. Το πρωτόκολλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία, τροποποίηση και τερματισμό “two-party” (unicast) ή “multiparty” (multicast) συνεδριών, αποτελούμενων από μία ή περισσότερες ροές πολυμέσων. Η τροποποίηση μπορεί να συμπεριλάβει αλλαγή διευθύνσεων ή θυρών, πρόσκληση περισσότερων συμμετεχόντων και πρόσθεση ή αφαίρεση ροών πολυμέσων. Άλλα εφικτά παραδείγματα εφαρμογών είναι η τηλεδιάσκεψη, διανομή ροών πολυμέσων, άμεσα μηνύματα, πληροφορίες παρουσίας, μεταφορά αρχείων και “online” παιχνίδια. Το SIP αρχικά σχεδιάστηκε από τους Henning Schulzrinne και Mark Handley ξεκινώντας το 1996. Η τελευταία έκδοση είναι προδιαγραφής RFC 3261, από το IETF Network Working Group. Το Νοέμβριο του 2000 το SIP έγινε αποδεκτό ως ένα 3GPP πρωτόκολλο σηματοδότησης και μόνιμο στοιχείο του IP Multimedia Subsystem (IMS) για την αρχιτεκτονική IP βασιζόμενων υπηρεσιών ροής πολυμέσων σε κυψελικά συστήματα. Το πρωτόκολλο SIP είναι ένα πρωτόκολλο επιπέδου εφαρμογής σχεδιασμένο να είναι ανεξάρτητο από το χαμηλότερο επίπεδο της μεταφοράς. Μπορεί να λειτουργήσει με τα πρωτόκολλα TCP (Transmission Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol) ή το SCTP (Stream Control Transmission Protocol). Είναι πρωτόκολλο βασιζόμενο σε κείμενο, ενσωματώνοντας πολλά στοιχεία από το HTTP (Hypertext Transfer Protocol) και το SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).

### **Σχεδιασμός του SIP**

Το SIP χρησιμοποιεί σχεδιαστικά στοιχεία παρόμοια με το μοντέλο συναλλαγής αίτηση/απάντηση του HTTP. Κάθε συναλλαγή αποτελείται από ένα αίτημα πελάτη, που επικαλείται μια συγκεκριμένη μέθοδο ή συνάρτηση του διακομιστή και τουλάχιστον μία απάντηση. Το SIP επαναχρησιμοποιεί τα περισσότερα πεδία κεφαλίδας, κανόνες κωδικοποίησης και κωδικούς κατάστασης του HTTP, παρέχοντας μορφή αναγνώσιμου κειμένου.

Το SIP λειτουργεί σε συνεργασία με αρκετά άλλα πρωτόκολλα και εμπλέκεται μόνο στο τομέα της σηματοδότησης μιας συνεδρίας επικοινωνίας. Οι SIP πελάτες συνήθως χρησιμοποιούν τα TCP ή UDP πρωτόκολλα στις θύρες 5060 ή/και 5061 για να συνδεθούν με SIP εξυπηρετητές και άλλες τελικά σημεία SIP. Η θύρα 5060 χρησιμοποιείται συνήθως για μη κρυπτογραφημένες συνδέσεις ενώ η θύρα 5061 χρησιμοποιείται συνήθως με

κρυπτογράφηση μέσω του TLS (Transport Layer Security). Το SIP χρησιμοποιείται κυρίως για τη δημιουργία και τον τερματισμό κλήσεων φωνής ή βίντεο. Έχει χρησιμοποιηθεί επίσης σε εφαρμογές ανταλλαγής μηνυμάτων και την κοινοποίησης γεγονότων. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός εγγράφων, από το IETF (Internet Engineering Task Force), που σχετίζονται με το SIP και καθορίζουν τη συμπεριφορά του σε τέτοιες εφαρμογές. Οι επικοινωνίες φωνής και βίντεο σε SIP εφαρμογές μεταφέρονται μέσω άλλου πρωτοκόλλου εφαρμογών, το RTP (Real-time Transport Protocol). Οι παράμετροι (θύρες, πρωτόκολλα, κωδικοποιητές) για αυτές της ροές πολυμέσων έχουν οριστεί χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο SDP (Session Description Protocol), το οποίο ενσωματώνεται στο πακέτο του SIP.

Πρόκληση του SIP ήταν η παροχή ενός πρωτοκόλλου σηματοδότησης και πραγματοποίησης κλήσεων για IP επικοινωνίες, το οποίο θα μπορούσε να υποστηρίξει το υπερσύνολο λειτουργιών επεξεργασίας κλήσεων και δυνατοτήτων του δημοσίου τηλεφωνικού δικτύου μεταγωγής (PSTN). Το SIP αυτό κάθε αυτό δεν καθορίζει αυτά τα χαρακτηριστικά παρά την πραγματοποίηση κλήσεων και σηματοδότηση. Ωστόσο, σχεδιάστηκε για να καταστεί δυνατή η κατασκευή των λειτουργιών των στοιχείων του δικτύου, όπως διακομιστές proxy και χρήστες. Αυτά είναι χαρακτηριστικά που επιτρέπουν τις οικείες τηλεφωνικές πράξεις: κλήση ενός αριθμού, πρόκληση ενός τηλεφώνου να κουνουδίσει, άκουσμα σήματος κλήσης ή κατειλημμένου. Η εφαρμογή και η ορολογία είναι διαφορετικές στον κόσμο του SIP αλλά στον τελικό χρήστη, η συμπεριφορά είναι παρόμοια. Τα τηλεφωνικά δίκτυα SIP μπορούν να υλοποιήσουν επίσης μερικά από τα ανεπτυγμένα χαρακτηριστικά επεξεργασίας κλήσεων που υπάρχουν στο Signaling System 7 (SS7), παρόλο που τα δύο πρωτόκολλα είναι πολύ διαφορετικά. Το SS7 είναι ένα συγκεντρωτικό πρωτόκολλο που χαρακτηρίζεται από πολύπλοκη κεντρική δικτυακή αρχιτεκτονική και απλά τερματικά (όπως οι κλασικές τηλεφωνικές συσκευές). Το SIP είναι ένα peer-to-peer πρωτόκολλο, με αποτέλεσμα να απαιτείται μόνο ένα απλό (και ως εκ τούτου κλιμακούμενο) κεντρικό δίκτυο, με τη νοημοσύνη στα άκρα του δικτύου, ενσωματωμένη στα τερματικά (διατάξεις τερματισμού κατασκευασμένες με υλικό ή λογισμικό). Οι λειτουργίες του SIP υλοποιούνται στα τερματικά επικοινωνίας (στο άκρο του δικτύου), σε αντίθεση με τις λειτουργίες του SS7, οι οποίες υλοποιούνται στο δίκτυο.

Αν και υπάρχουν πολλά άλλα VoIP πρωτόκολλα σηματοδότησης, το SIP διακρίνεται από τους υποστηρικτές του για το γεγονός ότι προέρχεται από την IP κοινότητα και όχι από τη βιομηχανία των τηλεπικοινωνιών. Το SIP έχει οριστεί και ελέγχεται κυρίως από το IETF, ενώ άλλα πρωτόκολλα, όπως το H.323, κατά παράδοση συνδέονται με τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union, ITU).

Η πρώτη προτεινόμενη βασική έκδοση (SIP 2.0) ορίστηκε από το RFC 2543. Αυτή η έκδοση του πρωτοκόλλου διευκρινίστηκε ακόμη στο RFC 3261, αν και ορισμένες εφαρμογές βασίζονται ακόμη σε παλαιότερους ορισμούς.

Το SIP παρέχει ένα πλούσιο σύνολο λειτουργιών σηματοδότησης για VoIP.

## Δυνατότητες του SIP:

- Καταχωρεί τηλέφωνα IP.
- Καταχωρεί άλλες SIP συσκευές.
- Καταχωρεί τις προτιμήσεις του τελικού χρήστη.
- Πιστοποίηση, εξουσιοδότηση και καταγραφή
- Ανάλυση διεύθυνσης, χαρτογράφηση ονόματος και ανακατεύθυνση κλήσης.
- Εύρεση των δυνατοτήτων πολυμέσων ενός τερματικού προορισμού χρησιμοποιώντας το Session Description Protocol.
- Προσδιορισμός της διαθεσιμότητας ενός τερματικού προορισμού.
- Εδραίωση μιας συνόδου ανάμεσα στο τερματικό προέλευσης και προορισμού.
- Επιτρέπει αλλαγές κατά τη διάρκεια της κλήσης όπως την πρόσθεση επιπλέον συνομιλητή σε μια συνδιάσκεψη
- Αναφορά εξέλιξης κλήσης συμπεριλαμβανομένου της επιτυχίας ή αποτυχίας της.
- Μεταφορά και τερματισμός

Το SIP υποστηρίζει μεγάλο αριθμό έξυπνων υπηρεσιών δικτύου που περιλαμβάνουν:

- Κράτηση κλήσης
- Αναμονή πληροφοριών
- Αυτόματη σύνδεση
- Προώθηση κλήσης άνευ όρων
- Προώθηση κλήσης όταν είναι κατειλημμένο
- Προώθηση όταν δεν απαντάται
- Συνδιάσκεψη τριών γραμμών
- Επέκταση μοναδικής γραμμής
- “Find-Me”
- Έλεγχος εισερχομένων κλήσεων
- Έλεγχος εξερχομένων κλήσεων
- Εναλλακτικός αριθμός εισόδου
- Εναλλακτικός αριθμός εξόδου
- Μην ενοχλείτε (Do Not Disturb, DND)
- Αναμονή κλήσης

Το SIP σχεδιάστηκε για να υποστηρίζει συνδιάσκεψη πολυμέσων. Το SIP επίσης υποστηρίζει συνδιάσκεψη πολλαπλών σημείων και έλεγχο κλήσεων συνδιάσκεψης. Δίνει τη δυνατότητα ανταλλαγής άμεσων μηνυμάτων και άμεσων επικοινωνιών.

Πίνακας 1: Σύγκριση VoIP κωδικοποιητών.<sup>4</sup>

Κωδικοποιητής	Ταχύτητα	Ταυτόχρονες κλήσεις μέσω T1 σύνδεσης (1.5 Mbps)	Σημειώσεις
<i>μ-Law</i>	64 Kbps	24	
<i>G.723.1</i>	5.3/6.3 Kbps	289/243	
<i>G.726</i>	16/24/32/40 Kbps	96/64/48/38	
<i>G.729</i>	8 Kbps	192	απαιτεί άδεια
<i>GSM</i>	13 Kbps	118	
<i>iLBC</i>	15 Kbps	102	
<i>LPC-10</i>	2.5 Kbps	614	
<i>Speex</i>	2.15 to 44.2 Kbps	714 to 34	ελεύθερο

### Χρήση VoIP τεχνολογιών από παρόχους τηλεφωνίας

Είναι όλο και πιο συνηθισμένο για τους παρόχους τηλεπικοινωνιών να χρησιμοποιούν VoIP τηλεφωνία σε συγκεκριμένα δημόσια IP δίκτυα για να συνδέουν σταθμούς μεταγωγής και να αλληλοσυνδέονται με άλλους πάροχους δικτύων τηλεφωνίας. Αυτό συχνά αναφέρεται ως “IP backhaul”.

Τα “έξυπνα” τηλέφωνα και τα τηλέφωνα με δυνατότητα ασύρματης δικτύωσης (Wifi), μπορεί να ενσωματώνουν SIP τεχνολογία στο λογισμικό τους ή να είναι διαθέσιμο σαν εφαρμογή που μπορεί να φορτωθεί. Τέτοιες εφαρμογές λειτουργούν ανεξάρτητα από το δίκτυο της κινητής τηλεφωνίας και χρησιμοποιούν είτε κυψελική σύνδεση δεδομένων είτε το Wifi για να πραγματοποιούν και να δέχονται κλήσεις.

### Υιοθέτηση VoIP υπηρεσιών από το ευρύ κοινό

Σημαντική ανάπτυξη που άρχισε το 2004 ήταν η εισαγωγή VoIP υπηρεσιών στο ευρύ κοινό οι οποίες αξιοποιούσαν την υπάρχουσα ευρυζωνική διαδικτυακή πρόσβαση, με τις οποίες οι συνδρομητές πραγματοποιούσαν και λάμβαναν τηλεφωνικές κλήσεις με περίπου τον ίδιο τρόπο όπως μέσω του PSTN δικτύου. Τηλεφωνικές εταιρείες με πλήρεις παροχές VoIP προσφέρουν υπηρεσίες για εισερχόμενες και εξερχόμενες κλήσεις με απ' ευθείας ηλεκτρολόγηση. Πολλοί προσφέρουν απεριόριστες τοπικές κλήσεις με σταθερή μηνιαία συνδρομή. Αυτό πολλές φορές συμπεριλαμβάνει και διεθνείς κλήσεις προς συγκεκριμένες χώρες. Οι κλήσεις μεταξύ των συνδρομητών της ίδιας εταιρείας είναι συνήθως δωρεάν όταν

δεν προσφέρεται σταθερή μηνιαία συνδρομή.

Ένα τηλέφωνο VoIP είναι απαραίτητο να συνδεθεί με πάροχο VoIP υπηρεσιών. Αυτό μπορεί να υλοποιηθεί με πολλούς τρόπους:

Ειδικά VoIP τηλέφωνα συνδέονται απ' ευθείας στο IP δίκτυο χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως ενσύρματο Ethernet ή ασύρματο Wi-Fi. Είναι συνήθως σχεδιασμένα όπως τα τυπικά ψηφιακά εταιρικά τηλέφωνα

Ένας προσαρμογέας αναλογικού τηλεφώνου είναι μια συσκευή που συνδέει με το δίκτυο και υλοποιεί τα ηλεκτρονικά και το firmware για να λειτουργήσει ένα συνηθισμένο αναλογικό τηλέφωνο. Κάποιες οικιακές διαδικτυακές πύλες και καλωδιακά μόντεμ έχουν ενσωματωμένη αυτή τη λειτουργία.

## **Οφέλη**

### **Λειτουργικό κόστος**

Το VoIP μπορεί να αποβεί ωφέλιμο μειώνοντας το κόστος επικοινωνίας και υποδομών. Τέτοια παραδείγματα περιλαμβάνουν:

- Δρομολόγηση των τηλεφωνικών κλήσεων μέσα από υπάρχοντα δίκτυα δεδομένων, αποφεύγοντας την ανάγκη για ξεχωριστά δίκτυα.
- Κλήσεις συνδιάσκεψης, IVR, προώθηση κλήσεων, αυτόματη επανάκληση και αναγνώριση του καλούντος, που οι παραδοσιακές εταιρείες τηλεπικοινωνιών (telcos) συνήθως χρεώνουν επιπλέον γι' αυτά, τώρα είναι διαθέσιμα χωρίς χρέωση από “ανοικτού κώδικα” VoIP υλοποιήσεις.

## **Ευελιξία**

Το VoIP μπορεί να διευκολύνει τις εργασίες και να παρέχει υπηρεσίες που μπορεί να ήταν πιο δύσκολο να υλοποιηθούν χρησιμοποιώντας το PSTN. Τέτοια παραδείγματα περιλαμβάνουν:

- Η δυνατότητα μεταφοράς περισσότερων της μιας τηλεφωνικής κλήσης μέσω μιας απλής ευρυζωνικής σύνδεσης.
- Ασφαλή τηλεφωνήματα χρησιμοποιώντας τυποποιημένα πρωτόκολλα (όπως το πρωτόκολλο Ασφαλούς Μεταφοράς Πραγματικού Χρόνου, Secure Real-time Transport Protocol). Οι περισσότερες από τις δυσκολίες στη δημιουργία ασφαλούς τηλεφωνικής σύνδεσης μέσω παραδοσιακών τηλεφωνικών γραμμών, όπως η ψηφιοποίηση και η ψηφιακή σύνδεση, είναι ήδη σε εφαρμογή με το VoIP. Είναι μόνο απαραίτητο να κρυπτογραφήσουμε και να πιστοποιήσουμε την υπάρχουσα ροή δεδομένων .



- Ανεξαρτησία τοποθεσίας. Μόνο μια αρκετά γρήγορη και σταθερή σύνδεση στο διαδίκτυο είναι απαραίτητη για να επιτύχουμε μια σύνδεση από οπουδήποτε με τον πάροχο υπηρεσιών VoIP.
- Ενοποίηση με άλλες υπηρεσίες που διατίθενται μέσω του Διαδικτύου, συμπεριλαμβανομένης της συνομιλίας βίντεο, ανταλλαγή μηνυμάτων ή αρχείων κατά τη διάρκεια της συνομιλίας, ηχητική συνδιάσκεψη, διαχείριση βιβλίων διευθύνσεων και παρουσίαση πληροφοριών σχετικά με το αν άλλοι άνθρωποι είναι διαθέσιμοι για επικοινωνία, στα ενδιαφερόμενα μέλη.

## **Προκλήσεις: Ποιότητα της υπηρεσίας (Quality of Service)**

Η επικοινωνία μέσω του δικτύου IP είναι εγγενώς λιγότερο αξιόπιστη σε σχέση με το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής, καθώς δεν παρέχει κάποιο μηχανισμό που να εξασφαλίζει ότι τα πακέτα δεδομένων δεν έχουν χαθεί ή παραδίδονται σε διαδοχική σειρά. Πρόκειται για ένα καλύτερης προσπάθειας δίκτυο, χωρίς βασικές εγγυήσεις ποιότητας της υπηρεσίας (QoS). Ως εκ τούτου, οι VoIP εφαρμογές μπορεί να αντιμετωπίσουν προβλήματα καθυστέρησης και παραμόρφωσης.

Εξ' ορισμού οι δρομολογητές IP χειρίζονται την κίνηση βάσει προτεραιότητας (first-come, first-served). Δρομολογητές σε συνδέσεις υψηλού όγκου κυκλοφορίας μπορεί να εισάγουν καθυστέρηση που υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια για VoIP. Σταθερές καθυστερήσεις δεν μπορούν να ελεγχθούν, δεδομένου ότι προκαλούνται από τη φυσική απόσταση στην οποία ταξιδεύουν τα πακέτα. Ωστόσο η καθυστέρηση μπορεί να ελαττωθεί με επισήμανση των πακέτων φωνής ως ευαίσθητα καθυστέρησης (delay-sensitive) με μεθόδους όπως η DiffServ.

Ένα πακέτο VoIP συνήθως πρέπει να περιμένει να τελειώσει η μετάδοση του τρέχοντος πακέτου, αν και είναι δυνατόν να ματαιωθεί ένα λιγότερο σημαντικό πακέτο στο μέσο της μεταφοράς, παρ' όλο που αυτό δεν γίνεται συνήθως, ειδικά σε συνδέσεις υψηλής ταχύτητας όπου οι χρόνοι μετάδοσης είναι μικροί, ακόμα και για μεγίστου μεγέθους πακέτα. Μια εναλλακτική λύση που προτιμάται στις πιο αργές συνδέσεις, όπως η dial up σύνδεση και η DSL, είναι να μειωθεί ο μέγιστος χρόνος μετάδοσης από τη μείωση της μέγιστης μονάδας μετάδοσης. Αλλά κάθε πακέτο πρέπει να περιέχει επικεφαλίδες πρωτοκόλλου, έτσι αυτό αυξάνει τη σχετική επιβάρυνση της επικεφαλίδας σε κάθε σύνδεση κατά μήκος των πορειών του χρήστη στο Διαδίκτυο.

Τα μόντεμ ADSL παρέχουν Ethernet (ή Ethernet μέσω USB) συνδέσεις με τον τοπικό εξοπλισμό, αλλά εσωτερικά είναι στην πραγματικότητα ATM μόντεμ. Χρησιμοποιούν το AAL5 για να τεμαχίσουν κάθε πακέτο Ethernet σε μια σειρά 48-byte ATM στοιχεία για τη μετάδοση και την συνάθροιση τους ξανά σε πακέτα Ethernet στο δέκτη. Ένα εικονικό κύκλωμα αναγνώρισης (Virtual Circuit Identifier, VCI) αποτελεί μέρος της 5-byte επικεφαλίδας σε κάθε ATM στοιχείο, ώστε ο πομπός να μπορεί να πολυπλέξει τα ενεργά εικονικά κυκλώματα (VCs) σε οποιαδήποτε σειρά. Τα στοιχεία του ίδιου VC αποστέλλονται πάντα διαδοχικά.

Ωστόσο, μεγάλη πλειοψηφία παρόχων DSL χρησιμοποιούν μόνο ένα VC για κάθε πελάτη, ακόμη και εκείνοι που προσφέρουν συνδυαζόμενη VoIP υπηρεσία. Κάθε πακέτο Ethernet πρέπει να έχει μεταδοθεί πλήρως πριν ξεκινήσει η μετάδοση ενός άλλου. Εάν συσταθεί ένα δεύτερο PVC και του δίδεται υψηλή προτεραιότητα προοριζόμενο για VoIP, τότε χαμηλής προτεραιότητας πακέτα δεδομένων θα μπορούσαν να ανασταλούν στο μέσο της μετάδοσης και το πακέτο VoIP να σταλεί αμέσως στο υψηλής προτεραιότητας VC. Μετά θα συνεχιζόταν η μετάδοση στο χαμηλής προτεραιότητας VC από το σημείο που σταμάτησε. Επειδή οι ATM συνδέσεις είναι πολυπλεγμένες σε μια βάση στοιχείου προς στοιχείο, ένα υψηλής προτεραιότητας πακέτο θα πρέπει να περιμένει το μέγιστο τη διάρκεια μετάδοσης 53 byte μόνο, πριν ξεκινήσει η μετάδοση του. Δεν θα υπήρχε ανάγκη να μειωθεί η διεπαφή MTU και να δεχτούμε το αποτέλεσμα της αύξησης σε ένα πρωτόκολλο υψηλότερου επιπέδου, χωρίς να χρειάζεται να διακοπεί ένα πακέτο χαμηλής προτεραιότητας και να σταλεί αργότερα.

### **Ιστορικά ορόσημα**

- 1974 - Το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE) δημοσίευσε μια εργασία με τίτλο «Ένα πρωτόκολλο διασύνδεσης δικτύων πακέτων».
- 1981 - Η IPv4 περιγράφεται στο RFC 791.
- 1985 - Ο Οργανισμός Εθνικών Επιστημών προώθησε τη δημιουργία του NSFNET.
- 1995 - Η VocalTec λανσάρει το πρώτο εμπορικό λογισμικό για “internet phones”.
- 1996 -
  - Η ITU-T ξεκινάει την ανάπτυξη προτύπων για την μετάδοση και σηματοδότηση φωνητικών επικοινωνιών μέσα από δίκτυα διαδικτυακού πρωτοκόλλου χρησιμοποιώντας το πρότυπο H.323.
  - Αμερικανικές εταιρείες τηλεπικοινωνιών κάνουν αναφορά στο κογκρέσο για να απαγορεύσει διαδικτυακή τηλεφωνική τεχνολογία.
- 1997 - Η Level 3 ξεκινά την ανάπτυξη του πρώτου της “softswitch” ένα όρο που επινοήθηκε το 1998.
- 1999 -
  - Παρουσιάζεται το Session Initiation Protocol (SIP) προδιαγραφής RFC 2543.
  - Ο Mark Spencer της Digium αναπτύσσει το πρώτο ανοιχτού κώδικα λογισμικό PBX (Asterisk).
- 2004 – Οι εμπορικοί πάροχοι VoIP υπηρεσιών πολλαπλασιάζονται.

## Κωδικοποιητές

Ένας κωδικοποιητής (συμπίεσής/αποσυμπίεσής) χρησιμοποιείται για να συμπίεσει την αναλογική φωνή σε μία ψηφιακή ροή πληροφορίας ή να αποσυμπίεσει την πληροφορία πίσω σε αναλογικό σήμα. Το Asterisk μπορεί να λειτουργήσει με μεγάλη ποικιλία κωδικοποιητών και μορφών αρχείων. Λόγω της ανοικτής αρχιτεκτονικής του, είναι εύκολο να ενσωματωθούν πρόσθετοι κωδικοποιητές ή μορφές αρχείων.<sup>3</sup>

Υπάρχουν δύο κοινώς αποδεκτά πρότυπα 64 kbps PCM συμπίεσης, τα “micro-law” και τα “a-law”. Και τα δύο χρησιμοποιούν λογαριθμική συμπίεση για να καταφέρουν αποτελεσματική 12 έως 13 bits γραμμικής συμπίεσης σε 8 bits. Η λογαριθμική συμπίεση ελαττώνει τις υψηλές εντάσεις ή συχνότητες εκθετικά. Το “micro-law” είναι ελαφρώς καλύτερο στη συμπίεση σημάτων χαμηλής συχνότητας και έχει ένα σχετικά καλύτερο λόγο απόδοσης σήματος προς θόρυβο. Το “micro-law” συνήθως χρησιμοποιείται στην Βόρεια Αμερική ενώ το “a-law” συνήθως στην Ευρώπη.

Το Asterisk παρέχει ομαλή, καθαρή μετατροπή μεταξύ οποιωνδήποτε από τους παρακάτω κωδικοποιητές.

Πίνακας 2: Υποστηριζόμενοι κωδικοποιητές

Κωδικοποιητής	Ρυθμός
16-bit linear	128 kbps
G.711u (micro-law)	64 kbps
G.711a (A-law)	64 kbps
IMA-ADPCM'	32 kbps
GSM 6.10	12 kbps
MP3	μεταβλητός, μόνο αποκωδικοποίηση
LPC-10	2.4 kbps

Επιπλέον, άλλοι κωδικοποιητές, όπως οι G.723.1 και G.729, μπορούν να προσπελαστούν με διαφάνεια.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ένας κωδικοποιητής καθορίζει το πως κωδικοποιούνται οι πληροφορίες. Αυτό είναι διαφορετικό από τη μορφή αρχείου. Μια ροή δεδομένων συμπίεσμένη με κάποιον κωδικοποιητή θα μπορούσε να αποθηκευτεί σε διαφορετικές μορφές αρχείων.

## Μορφές αρχείων<sup>3</sup>

Το Asterisk χρησιμοποιεί τα αρχεία για να αποθηκεύσει τα ηχητικά δεδομένα όπως ο αυτόματος τηλεφωνητής και η μουσική κατά την αναμονή μιας κλήσης,

συμπεριλαμβανομένου του φωνητικού ταχυδρομείου. Το Asterisk υποστηρίζει μεγάλη ποικιλία μορφών αρχείων. Στις υποστηριζόμενες μορφές συμπεριλαμβάνονται οι ακόλουθες:

*Πίνακας 3: Μορφές αρχείων υποστηριζόμενες από το Asterisk*

Μορφή	Περιγραφή
raw	16-bit linear raw data
pcm	8-bit micro-law raw data
vox	4-bit IMA-ADPCM raw data
wav	16-bit linear WAV file at 8000 Hz
WAV	GSM compressed WAV file at 8000 Hz
gsm	raw GSM compressed data
g723	simple g723 format with time stamp

### **VoIP: Η γεφύρωση του χάσματος μεταξύ παραδοσιακής και IP τηλεφωνίας**

Ενώ συχνά το VoIP θεωρείται ως μια μέθοδος για την πραγματοποίηση δωρεάν υπεραστικών κλήσεων, η πραγματική αξία και πρόκληση του VoIP είναι ότι επιτρέπει στη φωνή να γίνει ακόμα μία εφαρμογή στα δίκτυα δεδομένων. Μερικές φορές ξεχνάμε ότι ο σκοπός του τηλεφώνου είναι να επιτρέπει στους ανθρώπους να επικοινωνούν. Είναι ένας απλός στόχος και θα πρέπει να πραγματοποιείται με τρόπους πιο ευέλικτους και πιο δημιουργικούς από ό,τι προσφέρεται σήμερα. Δεδομένου ότι ο κλάδος της βιομηχανίας έχει αποδείξει την απροθυμία του να επιδιώξει το στόχο αυτό, μία μεγάλη κοινότητα εμπάθων ανθρώπων, έχουν αναλάβει το έργο αυτό. Η πρόκληση προέρχεται από το γεγονός η βιομηχανία που λίγο έχει αλλάξει τον τελευταίο αιώνα δείχνει μικρό ενδιαφέρον να το κάνει τώρα.

Το λογισμικό Asterisk μετατρέπει ένα φθηνό υπολογιστή αρχιτεκτονικής διακομιστή, με λειτουργικό σύστημα Linux ή Unix, σε ένα αξιόπιστο, εξελιγμένο, με ολοκληρωμένες δυνατότητες, επιχειρησιακό τηλεφωνικό σύστημα. Επειδή το Asterisk είναι δωρεάν και τρέχει σε πλατφόρμα PC βιομηχανικών προτύπων, ένα Asterisk σύστημα κοστίζει πολύ λιγότερο από οποιαδήποτε παραδοσιακό PBX. Με το Asterisk, μπορούμε γρήγορα και εύκολα να οικοδομήσουμε ένα εξελιγμένο τηλεφωνικό σύστημα "στα μέτρα" κάθε επιχείρησης, ανεξάρτητα από το πόσο μεγάλη ή μικρή είναι. Επειδή είναι αξιόπιστο, ελεύθερο και αποτελεσματικό και επειδή βασίζεται στα σύγχρονα διαδικτυακά πρωτόκολλα, το Asterisk θα αντικαταστήσει πολλά τηλεφωνικά συστήματα παλαιού τύπου στην αγορά.

Το Asterisk είναι φθηνότερο και πιο αποτελεσματικό από οποιοδήποτε ανταγωνιστικό τηλεφωνικό σύστημα. Παρέχει όλες τις λειτουργίες ενός παραδοσιακού

PBX, αλλά έχει επίσης νέα χαρακτηριστικά και δυνατότητες που τα παλαιού τύπου κοινά PBX δεν μπορούν να προσφέρουν. Επειδή το Asterisk είναι ανοικτού κώδικα, μπορούμε να το αλλάξουμε και να το προσαρμόσουμε στις ανάγκες μας, σε αντίθεση με τα κοινά συστήματα, που παρέχουν μόνο κλειστά μαύρα κουτιά με κλειστές διεπαφές.

Η τηλεφωνία χρησιμοποιεί ένα παλιό και αναποτελεσματικό μοντέλο. Πανεπιστημιακοί και οι ερευνητές μοιράζονται την έρευνα τους επί αιώνες. Οι επιστήμονες δημοσιεύουν νέες ανακαλύψεις σε περιοδικά. Η ανθρωπότητα θα ήταν πολύ πίσω τεχνολογικά αν οι άνθρωποι δεν ήταν σε θέση να αξιοποιούν τις γνώσεις των άλλων. Ωστόσο, αυτή είναι η νοοτροπία στην οποία βασίζονται τα εμπορικά “κλειστά” τηλεφωνικά συστήματα.

Τα παραδοσιακά τηλεφωνικά συστήματα γραφείου συνδυάζουν ιδιόκτητο εξοπλισμό και λογισμικό. Τα προϊόντα που απορρέουν έχουν είτε χαμηλό κόστος και περιορισμένη λειτουργικότητα, είτε είναι λειτουργικά αλλά ακριβά για αγορά και συντήρηση. Ο δημιουργός ιδιόκτητων προϊόντων δεν έχει συμφέρον να δίνει στους πελάτες του τη δυνατότητα να τα βελτιώνουν ή να τα συντηρούν. Το ιδιοκτησιακό μοντέλο δίνει τη δυνατότητα στον παραδοσιακό προμηθευτή τηλεφωνικών συστημάτων να χρεώνει τους πελάτες για να αγοράσουν τα προϊόντα, να τα επιδιορθώσουν και να τα βελτιώσουν. Το ιδιοκτησιακό μοντέλο γίνεται ακόμη καλύτερο για τον προμηθευτή και χειρότερο για τους πελάτες, καθώς οι πελάτες με συγκεκριμένες μεθόδους και ικανότητες του προμηθευτή, είναι δεσμευμένοι από αυτόν. Το κόστος αλλαγής προμηθευτή είναι ακόμη μεγαλύτερο, δημιουργώντας σχεδόν ανυπέρβλητα εμπόδια στην αλλαγή.

Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο, το μοντέλο ανοικτού κώδικα στην ανάπτυξη λογισμικού, έχει όλο και μεγαλύτερη αποδοχή. Με τον ίδιο τρόπο που η κοινή γνώση ωθεί το σύνολο της κοινωνίας εμπρός, η ανάπτυξη ανοικτής τεχνολογίας δείχνει ότι μπορεί να προωθήσει την καινοτομία σε έναν ολόκληρο κλάδο της βιομηχανίας. Ο ανοικτός κώδικας επιστρέφει τον έλεγχο στο χρήστη. Οι χρήστες μπορούν να δουν τον κώδικα με τον οποίο λειτουργούν τα προϊόντα, να τον τροποποιήσουν και να μάθουν από αυτό. Τα κοινοποιημένα προβλήματα είναι πιο εύκολο να εντοπιστούν και να διορθωθούν, χωρίς την εξάρτηση από τις προτεραιότητες ενός μόνο προμηθευτή. Εάν οι πελάτες δεν είναι ευχαριστημένοι από την εξυπηρέτηση ενός προμηθευτή, μπορούν να επιλέξουν άλλον χωρίς σημαντικές δαπάνες προσαρμογής.

Η ανάπτυξη λογισμικού ανοικτού κώδικα στην τηλεφωνία, παρίσταται με τη μορφή του Asterisk, την ανοικτού κώδικα πλατφόρμα τηλεφωνίας. Ένα πλήρων δυνατοτήτων ιδιωτικό τηλεφωνικό κέντρο με δυνατότητες διανομής κλήσεων και διαδραστική απόκριση φωνής, που τρέχει σε οποιοδήποτε υλικό και μοιραζόμενο το υπάρχον δίκτυο δεδομένων, αντί του να απαιτεί ξεχωριστές γραμμές και υλικό διασύνδεσης. Αυτός ο συνδυασμός μπορεί να μειώσει την αρχική επένδυση των επιχειρήσεων-πελατών τηλεφωνίας μέχρι και 90% και παρέχει την δυνατότητα για εξίσου δραματικές μειώσεις στο κόστος των κλήσεων.

Το Asterisk επιτρέπει στο τηλεφωνικό σύστημα να αλληλεπιδρά με άλλες εφαρμογές με την ευκολία που ενσωματώνεται μια εφαρμογή CRM με το λογισμικό λογιστικής. Μπορεί επίσης να επεκταθεί χρησιμοποιώντας τα APIs, τον φορτωτή δυναμικών μονάδων και την διεπαφή scripting AGI και οι πελάτες μπορούν να προσθέσουν τις δικές τους εφαρμογές στο σύστημα, σε C ή οποιαδήποτε άλλη γλώσσα προγραμματισμού. Ισχυρές δυνατότητες, όπως καταγραφή κλήσεων και ανάκτηση κλήσης, είναι για πρώτη φορά

προσιτές από την πλειοψηφία των επιχειρήσεων.

Πολλές από τις μεγαλύτερες τηλεφωνικές εταιρείες του κόσμου έχουν δεσμευτεί για την αντικατάσταση των υφιστάμενων συστημάτων μεταγωγής κυκλώματος με συστήματα μεταγωγής πακέτου “voice over IP”. Πολλές τηλεφωνικές εταιρείες μεταφέρουν ήδη ένα σημαντικό μέρος της κίνησής τους μέσω IP, όπως παράλληλα και πολλές κλήσεις που γίνονται μέσω τηλεφωνικού εξοπλισμού επιχειρήσεων.

Τα συστήματα μεταγωγής πακέτων Voice over IP είναι τόσο αποτελεσματικά όσο τα σύγχρονα συστήματα μεταγωγής κυκλώματος, αλλά μόνο πρόσφατα είχαν τη δυνατότητα να επιτευχθεί το ίδιο επίπεδο αξιοπιστίας με το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής ή τον ιδιόκτητο εξοπλισμό PBX. Με την εφεύρεση και την εφαρμογή του RTP και του SIP, το VoIP έχει την τεχνολογική βάση για να αντικαταστήσει το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος.

# To Asterisk

Το Asterisk αρχικά γράφτηκε από τον Mark Spencer της Digium Inc. Στον κώδικα έχουν συμβάλει προγραμματιστές ανοικτού κώδικα από όλο τον κόσμο. Οι δοκιμές και εκσφαλματώσεις από την κοινότητα έχουν αποδειχθεί πολύτιμα για την ανάπτυξη του Asterisk. Το Asterisk είναι πλέον μια εξαιρετικά επιτυχημένη συλλογική προσπάθεια από την κοινότητα ανοικτού κώδικα.

Τα VoIP συστήματα, όπως το Asterisk, μπορούν να χρησιμοποιήσουν έναν υπολογιστή για να πραγματοποιούν και να λαμβάνουν τηλεφωνικές κλήσεις μέσω ενός δικτύου δεδομένων, κάνοντας χρήση του πρωτοκόλλου IP, το πρωτόκολλο του διαδικτύου. Οι τηλεφωνικές κλήσεις αποστέλλονται από ένα τηλέφωνο IP σε ένα άλλο τηλέφωνο IP ως δεδομένα.<sup>11</sup>

Ένα σύστημα Asterisk μπορεί να εξυπηρετήσει πολλά τηλέφωνα IP, πιθανών χίλια ή και περισσότερα. Τα κοινά αναλογικά τηλέφωνα ή άλλες συσκευές, όπως συσκευές φαξ, μπορούν να συνδεθούν με ένα φθινό προσαρμογέα. Με ένα τέτοιο σύστημα, ο καθένας στο γραφείο μπορεί να καλέσει οποιονδήποτε άλλο.

Τα τηλέφωνα IP δεν είναι συνδεδεμένα με τα καλώδια που “νοικιάζουμε” από μια τηλεφωνική εταιρεία ή στα τηλεφωνικά καλώδια που έχουμε στο σπίτι ή στο γραφείο μας. Είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο δεδομένων. Από ένα τηλέφωνο VoIP στο δίκτυο μπορούμε να καλούμε οποιοδήποτε άλλο τηλέφωνο συνδεδεμένο στο VoIP σύστημα.

Δεν χρειάζεται PSTN σύνδεση για την πραγματοποίηση κλήσεων προς άλλα τηλέφωνα που είναι συνδεδεμένα στο τοπικό VoIP σύστημα. Αν δύο διαφορετικά κτίρια γραφείων, ή γραφεία σε διαφορετικούς ορόφους, συνδέονται στο τοπικό δίκτυο μπορούμε να καλούμε τηλέφωνα του άλλου χώρου. Ακόμη και αυτές οι κλήσεις μεταφέρονται μέσω του δικτύου δεδομένων.

## ***Τι είναι το Asterisk;***

Το Asterisk είναι ένα ανοικτού κώδικα PBX με δυνατότητες VoIP. Υλοποιεί τις επικοινωνίες στον τομέα του λογισμικού αντί του υλικού. Αυτό επιτρέπει σε νέα χαρακτηριστικά να μπορούν προστεθούν γρήγορα με ελάχιστη προσπάθεια. Οι χρήστες μπορούν εύκολα να κάνουν δικές τους αλλαγές ή και προσθήκες. Με την ενσωματωμένη υποστήριξη του για διεθνοποίηση, το πλούσιο σύνολο αρχείων ρύθμισης και τον ανοικτό κώδικα, κάθε πτυχή του Asterisk μπορεί να προσαρμοστεί για να καλύψει διαφορετικές ανάγκες.

Νέες διεπαφές και τεχνολογίες μπορούν εύκολα να προστεθούν και μπορούμε να έχουμε τον έλεγχο των επικοινωνιών μας. Ένα σύστημα Asterisk έχει το ελάχιστο κόστος από τα συστήματα PBX. Το πρόσθετο υλικό μετατρέπει ένα μικρό εξυπηρετητή Linux σε ένα τηλεφωνικό σύστημα ανέξοδα και άμεσα. Η υποστήριξη είναι διαθέσιμη από διάφορες

πηγές, συμπεριλαμβανομένης της Signate.

Το Asterisk είναι πολύ αποτελεσματικό. Ένας μικρός υπολογιστής μπορεί να εξυπηρετήσει πολλούς χρήστες τηλεφώνου, από τη μικρότερη ως τη μεγαλύτερη επιχείρηση. Υπάρχουν Asterisk εξυπηρετητές που εκτελούν χιλιάδες τηλεφωνήματα τη στιγμή. Μπορούμε εύκολα να συνδυάσουμε Asterisk συστήματα για να εξυπηρετήσουμε έναν αριθμό χρηστών σε οποιοδήποτε αριθμό τοποθεσιών.

Όταν συνδυαστεί με χαμηλού κόστους υλικό τηλεφωνίας, το Asterisk δημιουργεί ένα τηλεφωνικό κέντρο στο ελάχιστο της τιμής των παραδοσιακών συστημάτων PBX. Παρ' όλα αυτά, διασφαλίζει καλύτερη λειτουργικότητα και από τα πιο ακριβά ιδιόκτητα συστήματα. Το Asterisk περιλαμβάνει χαρακτηριστικά όπως φωνητικό ταχυδρομείο, διαδραστική απόκριση φωνής (IVR) και συνδιάσκεψη που είναι διαθέσιμα σε πολύ ακριβά σε ιδιόκτητα συστήματα.

## **Ιστορία του Asterisk**

Το Asterisk αρχικά δημιουργήθηκε από τον Mark Spencer, Διευθύνων Σύμβουλο και ιδρυτή της Digium Ltd. Ενώ το Asterisk είναι ένα πλήρως ανοικτού κώδικα προϊόν, η Digium κατασκευάζει εξαρτήματα υλικού για τη διασύνδεση με το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο. Η Digium έχει μια πλήρη γκάμα από αναλογικές κάρτες, με τη δυνατότητα υποστήριξης από 1 έως 24 αναλογικές γραμμές, μέχρι ψηφιακές κάρτες διασύνδεσης με T1/E1 γραμμές που μπορούν να υποστηρίξουν από 1 έως 4 κυκλώματα.

Υπάρχουν επίσης και άλλες κάρτες που διατίθενται από άλλους προμηθευτές αλλά μπορούν ωστόσο να χρησιμοποιηθούν συμβατικά μόντεμ, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται σε dial-up συνδέσεις στο διαδίκτυο. Το υλικό της Digium είναι ελεγμένο και συνοδεύεται από εγχειρίδια για χρήση με το Asterisk. Η Business έκδοση του Asterisk προσφέρει επιπλέον τεχνική υποστήριξη. Αυτό βοηθάει τις επιχειρήσεις που διστάζουν να υλοποιήσουν μία open-source πρόταση. Επίσης περιλαμβάνει δυνατότητες μετατροπής κειμένου σε ομιλία και αναγνώριση ομιλίας εμπορικών προϊόντων και έχει δοκιμαστεί με προσομοίωση ακραίων καταστάσεων, προσομοιώνοντας εκατοντάδες χιλιάδες ταυτόχρονες τηλεφωνικές κλήσεις. Ενώ η Business έκδοση πρέπει να περάσει μια μακρά διαδικασία πιστοποίησης από την Digium, η ανοικτού κώδικα έκδοση δοκιμάζεται από "beta testers" στην κοινότητα του Asterisk.

Αυτό που ξεκίνησε απλά ως ένα πρότζεκτ άλλαξε σχεδόν εν μία νυκτί, όταν Mark Spencer γνώρισε τον Jim Dixon που εργαζόταν για τους οδηγούς Zapata. Για το "ξαφνικό" Asterisk, όλα είχαν σχέση με τη διασύνδεση στο τηλεφωνικό δίκτυο. Ήταν η αρχή της τηλεφωνικής επανάστασης.

Ο Mark Spencer έχει δημιουργήσει πολλά δημοφιλή ανοικτού κώδικα εργαλεία, όπως το Gaim, την ανοικτού κώδικα εφαρμογή άμεσων μηνυμάτων AOL, που είναι αναμφισβήτητα η πιο δημοφιλής IM (Instant Messaging) εφαρμογή για Linux, το πρωτόκολλο tunneling daemon L2TP, το Cheops Network User Interface, ένας δικτυακός διαχειριστής διεργασιών. Το 1999 ο Mark είχε ένα πρόβλημα. Ήθελε να αγοράσει ένα



τηλεφωνικό κέντρο για την εταιρεία του, έτσι θα μπορούσαν να έχουν αυτόματο τηλεφωνητή, να επικοινωνούν με άλλα γραφεία χωρίς να χρεώνονται και να κάνει όσα πράγματα περιμένει κανείς από ένα σύστημα PBX. Ωστόσο, κατόπιν έρευνας για τις επιλογές του, κατάλαβε ότι το κόστος όλων των εμπορικών συστημάτων ήταν πολύ υψηλό. Απτόητος, έκανε αυτό που θα έκανε κάθε καλός χάκερ : άρχισε να “γράφει” ένα PBX κατάλληλο για τις ανάγκες του.

Στις 5 Δεκεμβρίου του 1999 κυκλοφόρησε το Asterisk 0.1.0. Καθώς προχωρούσαν οι εκδόσεις, όλο και περισσότερα χαρακτηριστικά προστίθονταν από τους προγραμματιστές, συλλέγοντας προτάσεις χρηστών. Ορόσημο στην ιστορία του Asterisk ήταν στις 23 Σεπτεμβρίου του 2004, όταν ο Mark Spencer κυκλοφόρησε την έκδοση Asterisk 1.0 στο πρώτο Astricon, το επίσημο συνέδριο χρηστών και προγραμματιστών του Asterisk. Το Asterisk 1.0 ήταν το πρώτο σταθερό, ανοικτού κώδικα και με δυνατότητα VoIP λογισμικό PBX στην αγορά. Διαθέτοντας ένα εντυπωσιακό σύνολο δυνατοτήτων ήδη, περιλάμβανε ένα πλήρες σύστημα φωνητικής συνδιάσκεψης, φωνητικό ταχυδρομείο, εντυπωσιακή ικανότητα διεπαφής με αναλογικό εξοπλισμό, καθώς και τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά αξιόπιστα με τρία διαφορετικά πρωτόκολλα VoIP.

Η ανάπτυξη όμως δεν σταμάτησε εκεί. Το Asterisk συνέχισε να εξελίσσεται. Στις 17 Νοέμβρη του 2005, κυκλοφόρησε το Asterisk 1.2, το οποίο περιλάμβανε πάνω από 3000 αναθεωρήσεις κώδικα, σημαντικές βελτιώσεις στον πυρήνα, περισσότερα πρωτόκολλα VoIP και καλύτερη επεκτασιμότητα. Επίσης, αυτή η έκδοση εισήγαγε το πρωτόκολλο DUNDi της Digium (Distributed Universal Number Discovery), ένα peer-to-peer σύστημα ανεύρεσης αριθμών σχεδιασμένο να απλοποιεί τη διασύνδεση Asterisk εξυπηρετητών.

## ***To Asterisk σήμερα***

Σήμερα, το Asterisk είναι ένα από τα πιο δημοφιλή VoIP PBX λογισμικού που λειτουργούν σε πολλαπλά λειτουργικά συστήματα. Το Asterisk διαχειρίζεται τις πιο κοινές PBX λειτουργίες και ενσωματώνει πολλά περισσότερα για να λειτουργήσει. Λειτουργεί με πολλά πρωτόκολλα VoIP και υποστηρίζει μεγάλο πλήθος υλικού που διασυνδέεται με το τηλεφωνικό δίκτυο. Το Asterisk είναι αυτή τη στιγμή στην πρώτη γραμμή της πολύ-πολυσυζητημένης “VoIP επανάστασης», λόγω του χαμηλού του κόστους, τη φύση του ανοικτού κώδικα και των δυνατοτήτων του.

Η εταιρεία για την οποία ο Mark Spencer έγραψε το PBX, γνωστή σήμερα ως Digium, έγινε η κινητήριος δύναμη πίσω από την ανάπτυξη του Asterisk. Η Digium προσφέρει επίσης συμβουλές για εγκαταστάσεις Asterisk και τη συντήρησή τους και εκπαιδεύει άτομα για την επαγγελματική πιστοποίηση της πάνω στο Asterisk.

## ***Το Asterisk σε σύγκριση με τα εμπορικά τηλεφωνικά συστήματα***

Διάφορες εταιρείες προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα τηλεφωνικών συστημάτων από μικρά μέχρι μεγάλα. Όλα τα εξαρτήματα ενός εμπορικού συστήματος προέρχονται από ένα μόνο κατασκευαστή. Η εταιρεία αυτή σχεδιάζει και κατασκευάζει όλο το υλικό και το λογισμικό για το τηλεφωνικό τους σύστημα. Κανένα τμήμα του εξοπλισμού τους δεν θα δουλέψει σε συστήματα άλλης εταιρείας. Έτσι ελέγχουν την τιμή.

Οι κατασκευαστές συνήθως πωλούν οι ίδιοι τα μεγαλύτερα συστήματα, μέσα από μια ειδική οργάνωση πωλήσεων. Μια ειδική οργάνωση πωλήσεων είναι φυσικά ακριβή. Το κόστος της οργάνωσης πώλησης και της υποστήριξης αυτής συμπεριλαμβάνεται στην τιμή του τηλεφωνικού συστήματος.

Οτιδήποτε μικρότερο πωλείται συνήθως μέσω αντιπροσώπων ή διανομέων. Τα μικρότερα συστήματα είναι συνήθως ετοιμοπαράδοτα στους αντιπροσώπους. Η τιμή ενός εμπορικού τηλεφωνικού συστήματος περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες της παραγωγής και της διανομής του. Η τιμή πρέπει να είναι αρκετά υψηλή ώστε να παρέχουν κέρδος για όλους στην αλυσίδα της διανομής: τον κατασκευαστή, τον διανομέα, τον αντιπρόσωπο, τον πωλητή κλπ. Αυτό κάνει τα εμπορικά συστήματα πολύ ακριβά. Το Asterisk χτίστηκε πάνω σε εμπορικό υλικό ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ο πιο εξελιγμένος υπολογιστής είναι πολύ φθηνότερος από οποιαδήποτε παραδοσιακό PBX. Δεδομένου ότι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής είναι εμπόρευμα και οι ότι ηλεκτρονικοί υπολογιστές είναι φθηνοί άρα και το Asterisk σύστημά είναι φθηνό.

Τα εμπορικά συστήματα κατηγοριοποιούνται από τον κατασκευαστή τους ως προς τα χαρακτηριστικά τους. Ένα σύστημα που συμπεριλαμβάνει φωνητικό ταχυδρομείο θα χρησιμοποιεί περισσότερο υλικό άρα θα κοστίζει και περισσότερα χρήματα. Όπως και ένα σύστημα που υποστηρίζει περισσότερους χρήστες θα είναι μεγαλύτερο άρα και ακριβότερο. Ένα εμπορικό σύστημα θα κοστίσει περισσότερο για κάθε επιπλέον χαρακτηριστικό. Χαρακτηριστικά όπως φωνητικό ταχυδρομείο και σύνδεση στο διαδίκτυο είναι αρκετά ακριβά.

Κάθε εμπορικό σύστημα αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο αριθμό χρηστών. Επιπλέον χρήστες σημαίνει προσθήκη ακριβών καρτών ή αγορά ενός ακριβότερο συστήματος. Οι κατασκευαστές απαιτούν περισσότερα χρήματα για ικανότερα συστήματα. Ένας μικρός φθηνός ηλεκτρονικός υπολογιστής θα “τρέξει” και θα υποστηρίξει αναπάντεχα μεγάλο αριθμό χρηστών. Αν χρειαζόμαστε ένα σύστημα για να υποστηρίξουμε περισσότερους χρήστες θα χρησιμοποιήσουμε μεγαλύτερο υπολογιστή. Επίσης μπορούμε πολύ εύκολα να χρησιμοποιήσουμε πολλαπλούς Asterisk εξυπηρετητές. Αν έχουμε πολλούς χρήστες σε ένα μοναδικό εξυπηρετητή μπορούμε να ξοδέψουμε λίγα χρήματα για να συνδέσουμε ακόμη έναν στο τηλεφωνικό μας σύστημα.

Οι κατασκευαστές δεν βάζουν όλα τα χαρακτηριστικά που υποστηρίζουν σε όλα τα προϊόντα που πουλάνε. Μπορεί κάποια από τις υπηρεσίες που επιθυμούμε να βρίσκεται σε ένα ακριβότερο σύστημα.

Το Asterisk έχει πολλά χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά στοιχίζουν αρκετές χιλιάδες ευρώ σε εμπορικά συστήματα, αλλά τώρα προσφέρονται δωρεάν μέσα από το ελεύθερο λογισμικό. Το Asterisk έχει περισσότερες δυνατότητες από όλα τα “high end”

εμπορικά συστήματα. Είναι ένα ανοικτού κώδικα προϊόν που χρηματοδοτείται από την Digium. Δεν ανήκει σε καμία εταιρεία. Γύρω από το Asterisk έχει αναπτυχθεί μια κοινότητα χρηστών. Όταν κάποιος προγραμματιστής από κάποιο οργανισμό προσθέσει μια καινούρια δυνατότητα, αποκτούμε και εμείς επίσης τη δυνατότητα αυτή.

Οι χρήστες, σε αντίθεση με τα εμπορικά συστήματα, μπορούν εύκολα να προσθέσουν τα δικά τους χαρακτηριστικά. Το Asterisk μπορεί να μην έχει ακόμα κάποια χαρακτηριστικά, αλλά είναι εύκολο να προσθέτει κανείς νέα γνωρίσματα. Επίσης όταν κάποιος από την κοινότητα προσθέσει ένα χαρακτηριστικό που θέλει κάποιος άλλος χρήστης, δεν θα χρεωθεί επιπλέον για αυτό.

### Οργάνωση αρχείων του Asterisk<sup>3</sup>

Πίνακας 4: Οργάνωση αρχείων του Asterisk

Κατάλογος	Περιγραφή
/etc/Asterisk	Όλα τα αρχεία ρυθμίσεων εκτός του /etc/zaptel.conf.
/usr/sbin	Εκτελέσιμα και scripts συμπεριλαμβανομένων των Asterisk, astman, astgenkey and safe_Asterisk.
/usr/lib/Asterisk	Ειδικά δυαδικά αντικείμενα της αρχιτεκτονικής Asterisk.
/usr/lib/Asterisk/modules	Runtime μονάδες για εφαρμογές, οδηγοί καναλιών, κώδικες, οδηγοί μορφών αρχείων κ.λπ.
/usr/include/Asterisk	Αρχεία επικεφαλίδων που απαιτούνται για τη δημιουργία εφαρμογών Asterisk, οδηγοί καναλιών και άλλες φορτώσιμες μονάδες.
/var/lib/Asterisk	Μεταβλητά δεδομένα που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια κανονικής εκτέλεσης του Asterisk.
/var/lib/Asterisk/agi-bin	AGI scripts που χρησιμοποιούνται από την AGI εφαρμογή του σχεδίου κλήσης.
/var/lib/Asterisk/astdb	Η βάση δεδομένων του Asterisk, η οποία διατηρεί πληροφορίες ρυθμίσεων. Το αρχείο αυτό ποτέ δεν μεταβάλλεται χειροκίνητα. Για να τροποποιήσουμε ή να προσθέσουμε σε αυτό το αρχείο κάνουμε χρήση της γραμμής εντολών Asterisk.
/var/lib/Asterisk/images	Εικόνες που αναφέρονται σε εφαρμογές ή στο σχέδιο κλήσης.
/var/lib/Asterisk/keys	Ιδιωτικά και δημόσια κλειδιά RSA πιστοποίηση. Τα κλειδιά IAX αποθηκεύονται εδώ.
/var/lib/Asterisk/mohmp3	Αρχεία MP3 που χρησιμοποιούνται για μουσική κατά την αναμονή. Οι ρυθμίσεις της μουσικής κατά την

	αναμονή βρίσκονται στον κατάλογο <code>/var/lib/Asterisk/sounds</code> .
<code>/var/lib/Asterisk/sounds</code>	Αρχεία ήχου, υποδείξεις κ.λπ. Που χρησιμοποιούνται από τις εφαρμογές Asterisk. Κάποιες εφαρμογές μπορεί να διατηρούν τα αρχεία τους σε υποκαταλόγους.
<code>/var/run</code>	Αγωγοί εκτέλεσης και αρχεία PID.
<code>/var/run/Asterisk.pid</code>	Πρωτογενές Αναγνωριστικό Εκτέλεσης (Primary Process Identifier, PID) της διεργασίας Asterisk.
<code>/var/run/Asterisk/ctl</code>	Αγωγός που χρησιμοποιείται από το Asterisk για να ενεργοποιήσει την απομακρυσμένη λειτουργία.
<code>/var/spool/Asterisk</code>	Αρχεία εκτέλεσης φωνητικού ταχυδρομείου, εξερχόμενων κλήσεων κ.λπ.
<code>/var/spool/Asterisk/outgoing</code>	Το Asterisk παρακολουθεί τον κατάλογο αυτό για εξερχόμενες κλήσεις. Μία εξερχόμενη κλήση έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός αρχείου στον κατάλογο αυτό. Το Asterisk αναλύει το αρχείο αυτό και επιχειρεί να πραγματοποιήσει την κλήση. Αν η κλήση απαντηθεί μεταφέρεται στο Asterisk PBX.
<code>/usr/spool/Asterisk/qcall</code>	Χρησιμοποιείται από την παρωχημένη εφαρμογή qcall.
<code>/var/spool/Asterisk/vm</code>	Κατάλογοι φωνητικού ταχυδρομείου και ανακοινώσεων.

### **Πακέτα που απαιτούνται**

Οι περισσότερες συνθέσεις Asterisk αποτελούνται από τέσσερα βασικά πακέτα: το κύριο πρόγραμμα Asterisk, το πακέτο Asterisk-Addons τους οδηγούς τηλεφωνίας Zapata (zaptel) και τις PRI βιβλιοθήκες (libpri).

Το Asterisk φυσικά είναι το PBX. Το πακέτο αυτό περιέχει τον κώδικα για την μεταγλώττιση του PBX και όλων των μονάδων του. Σε ένα αμιγώς VoIP δίκτυο, η μόνη πραγματική απαίτηση είναι το πακέτο Asterisk, αλλά είναι προτιμότερο να εγκατασταθούν και τα τέσσερα πακέτα. Οι διάφορες μονάδες μπορούν να ενεργοποιηθούν και αργότερα.

Το Asterisk-Addons είναι ένα πακέτο που περιέχει κάποια προαιρετικά ηχητικά σήματα όπως και έναν αναπαραγωγό αρχείων MP3, ώστε το Asterisk να μπορεί να χειριστεί αρχεία ήχου κωδικοποιημένα σε MP3 και μονάδες για την καταγραφή των κλήσεων σε μια βάση δεδομένων MySQL. Αν και οι μονάδες αυτές είναι προαιρετικές, είναι καλό να υπάρχουν, δεδομένου ότι οι πόροι που καταλαμβάνουν είναι ελάχιστοι.

Το Zaptel περιέχει το πρόγραμμα οδήγησης και τις βιβλιοθήκες ώστε το Asterisk να επικοινωνεί με το υλικό τηλεφωνίας Zapata, δηλαδή τις κάρτες τηλεφωνικής διασύνδεσης. Ακόμη και αν δεν υπάρχει συνδεδεμένος τηλεφωνικός εξοπλισμός, οι οδηγοί zaptel

απαιτούνται αν χρησιμοποιηθεί ο οδηγός ztdummy ως πηγή χρονισμού.

Το πακέτο LibPRI είναι μια βιβλιοθήκη για το χειρισμό του προτύπου σηματοδότησης PRI. Το πρότυπο PRI δημιουργήθηκε από την εταιρεία Bell System τη δεκαετία του 1970 και ενσωματώνεται πλέον στις προδιαγραφές ITU. Το LibPRI είναι μια υλοποίηση του προτύπου σε γλώσσα C. Η βιβλιοθήκη libpri είναι προαιρετική, εκτός αν χρησιμοποιούνται ISDN PRI διεπαφές. Αν δεν φορτωθεί μπορεί να εξοικονομηθεί ένα μικρό ποσοστό της μνήμης RAM, αλλά προτείνεται να εγκατασταθεί σε συνδυασμό με το πακέτο zaptel για πληρότητα.

Επίσης συνιστάται η εγκατάσταση πρόσθετου πακέτου ήχων. Αυτό είναι ένα ξεχωριστό συμπιεσμένο αρχείο διαθέσιμο για μεταφόρτωση και εγκατάσταση. Στις εκδόσεις του Asterisk υπάρχουν πλέον δύο σερβιέρες πακέτων ήχου: το πακέτο “Core Sound” και “Extra Sound”. Το Asterisk υποστηρίζει πολλές διαφορετικές μορφές ήχου, οπότε τα πακέτα μπορούν να ληφθούν σε πλήθος διαφορετικών μορφών ήχου, όπως G.729 και GSM.

Ο λόγος για τις διαφορετικές αυτές μορφές είναι ότι το Asterisk μπορεί να χρησιμοποιήσει τη μορφή ήχου που απαιτεί τη μικρότερη επεξεργασία από τη CPU. Για παράδειγμα, αν υπάρχουν πολλές συνδέσεις σε VoIP κανάλια που λειτουργούν με το GSM, θα ήταν προτιμότερη η GSM έκδοση των αρχείων ήχου. Οι επιλογές για τον τύπο των αρχείων γίνονται στην οθόνη menuselect. Συνιστάται η εγκατάσταση τουλάχιστον ενός τύπου αρχείων τόσο στο πακέτο “Core Sound” όσο και στο πακέτο “Extra Sound”.

## **Απαιτήσεις πακέτων στο λειτουργικό σύστημα Linux**

Για την μεταγλώττιση του Asterisk, απαιτείται ο compiler GCC (έκδοση 3.x ή νεότερη) και οι εξαρτήσεις του στο σύστημά σας. Το Asterisk απαιτεί επίσης το bison, ένα πρόγραμμα ανάλυσης που αντικαθιστά τα yacc και ncurses για CLI λειτουργία. Η βιβλιοθήκη κρυπτογράφησης στο Asterisk απαιτεί την εγκατάσταση του OpenSSL και τα πακέτων ανάπτυξης του.

Το Zaptel απαιτεί το libnewt και τα πακέτα ανάπτυξης του για το πρόγραμμα zttool. Αν χρησιμοποιούνται διεπαφές PRI, το Zaptel απαιτεί επίσης το πακέτο libpri (αλλά συστήνεται η εγκατάσταση του libpri μαζί με το zaptel ακόμα κι αν δεν χρησιμοποιείτε κυκλώματα PRI). Εάν τα πακέτα ανάπτυξης λογισμικού εγκατασταθούν στη διανομή CentOS θα υπάρχουν όλα αυτά τα εργαλεία.

## **Δίαυλοι και διεπαφές**

Πρέπει να κατανοηθεί το είδος των διεπαφών που είναι διαθέσιμο και πώς λειτουργούν ώστε να εγκατασταθεί και ρυθμιστεί σωστά το Asterisk. Η ρύθμιση και η συντήρηση του Asterisk θα είναι επιτυχής αν κατανοηθούν οι διεπαφές και η αλληλεπίδρασή τους με Asterisk.

Όλες οι κλήσεις εισέρχονται ή εξέρχονται στον εξυπηρετητή του Asterisk μέσω μιας διεπαφής, για παράδειγμα SIP, Zaptel ή IAX. Κάθε διεπαφή χρησιμοποιεί το δικό της ξεχωριστό δίαυλο. Ένας δίαυλος μπορεί να συνδεθεί με ένα φυσικό κανάλι σαν τη γραμμή POTS του ΟΤΕ ή σε ένα λογικό δίαυλο όπως τα IAX και SIP.

Είναι πολύ σημαντικό να διαφοροποιηθεί η άφιξη μιας κλήσης σε ένα δίαυλο από την εισερχόμενη κλήση. Όταν μια κλήση φτάνει στο Asterisk διαμέσου κάποιου διαύλου, ένα σχέδιο κλήσης (dial plan) καθορίζει το τι θα γίνει με την κλήση. Για παράδειγμα, μια κλήση θα μπορούσε να φτάσει μέσα από ένα δίαυλο SIP. Η κλήση θα μπορούσε να προέρχεται από ένα τηλέφωνο SIP ή από ένα λογισμικό SIP τηλέφωνο που θα έτρεχε σε κάποιο υπολογιστή. Το σχέδιο κλήσης καθορίζει εάν η κλήση πρέπει να απαντηθεί, συνδεόμενη με ένα άλλο τηλέφωνο ή να διαβιβαστεί στο φωνητικό ταχυδρομείο. Οι δυνατότητες που παρέχει το Asterisk είναι διαθέσιμες στο σχέδιο κλήσης κατά την επεξεργασία της εισερχόμενης κλήσης. Το σχέδιο κλήσης και οι επιλεγμένες εφαρμογές για χρήση με το σχέδιο καθορίζουν το πώς θα συμπεριφέρεται το Asterisk.

Διαφορετικοί τύποι διεπαφών σχετίζονται με διαφορετικά είδη υλικού και πρωτοκόλλων. Τα κανάλια SIP χρησιμοποιούνται για να δρομολογούν κλήσεις μέσα και έξω από εξυπηρετητή του Asterisk μέσω IP με το πρωτόκολλο SIP. Μια κλήση μπορεί να κατευθυνθεί στον εξυπηρετητή μέσω διαύλου SIP ή να εξέλθει από αυτόν προοριζόμενη για το διαδίκτυο διαμέσου SIP καναλιού.

Όλες οι κλήσεις δρομολογούνται μέσα από διαύλους. Ακόμα και οι εσωτερικές κλήσεις. Μια κοινή αναλογική τηλεφωνική συσκευή μπορεί να συνδεθεί απευθείας σε ένα εξυπηρετητή Asterisk με κατάλληλη κάρτα διασύνδεσης. Όταν ο χρήστης σηκώσει το ακουστικό, ενεργοποιείται ένας δίαυλος. Η κλήση μεταβιβάζεται στη συνέχεια μέσω του διαύλου αυτού. Το σχέδιο κλήσης καθορίζει που πρέπει να διαβιβαστεί η κάθε κλήση, για παράδειγμα καλώντας ένα άλλο εσωτερικό αριθμό μέσω άλλου αναλογικού καναλιού ή καλώντας έναν εξωτερικό αριθμό τηλεφώνου ή την πρόσβαση φωνητικού ταχυδρομείου. Το Asterisk χρησιμοποιεί ένα πρόγραμμα οδήγησης διαύλου (συνήθως ονομάζεται chan\_xxx.so) για την υποστήριξη κάθε τύπου δίαυλο.

## Πρότυπα διεπαφών

Διεπαφές για τη σύνδεση επεκτάσεων (extensions) σε ένα PBX:

- POTS (Plain Old Telephone Service, Παλιά Κοινή Τηλεφωνική Υπηρεσία) – το σύνηθες συνεστραμένο ζεύγος καλωδίων που χρησιμοποιείται στα περισσότερα σπίτια. Είναι φθηνό και αποτελεσματικό και επιτρέπει σε κάθε συνηθισμένο τηλέφωνο να χρησιμοποιείται σαν επέκταση.
- Ιδιόκτητο - ο κατασκευαστής έχει ορίσει ένα πρωτόκολλο. Μπορούν να συνδεθούν μόνο τα σετ του κατασκευαστή στα ανάλογα PBX αλλά το όφελος είναι στις περισσότερες πληροφορίες που εμφανίζονται και/ή ειδικά κουμπιά λειτουργιών.
- DECT - ένα πρότυπο για τη σύνδεση ασύρματων τηλεφώνων.

- Διαδικτυακό πρωτόκολλο (Internet Protocol) - Για παράδειγμα, H.323 και SIP.

Διεπαφές για τη διασύνδεση των PBX μεταξύ τους:

- Ιδιότητα πρωτόκολλα - αν ο εξοπλισμός από διάφορους κατασκευαστές είναι “on site”, η χρήση ενός πρότυπου πρωτοκόλλου είναι απαραίτητη.
- ISDN PRI – Λειτουργεί σε T1, 23 κανάλια κομιστές + 1 κανάλι σηματοδοσίας
- QSIG - για τη σύνδεση PBX μεταξύ τους, συνήθως λειτουργεί σε T1(T-carrier) ή E1 (E-carrier) φυσικά κυκλώματα.
- DPNSS - για σύνδεση των PBX σε “trunk” γραμμές. Το πρότυπο αυτό έχει οριστεί από την British Telecom, και συνήθως λειτουργεί σε E1 (E-carrier) φυσικά κυκλώματα.
- Διαδικτυακό πρωτόκολλο (Internet Protocol) – Τα H.323, SIP και IAX είναι πρωτόκολλα που βασίζονται σε λύσεις IP, τα οποία μπορούν να χειριστούν φωνή και κλήσεις πολυμέσων (π.χ. Βίντεο).

Διεπαφές για τη σύνδεση PBX σε “trunk” γραμμές:

- Γραμμές POTS - Αυτό είναι επαρκές μόνο για τα μικρότερα συστήματα και μπορεί να πάσχουν από το να μην είναι σε θέση να ανιχνεύουν τις εισερχόμενες κλήσεις όταν προσπαθούν να κάνουν μια εξερχόμενη κλήση.
- ISDN - το πιο κοινό ψηφιακό πρότυπο για τις σταθερές τηλεφωνικές συσκευές. Αυτό μπορεί να παρέχεται είτε σε “Basic” (ικανότητα 2 κυκλωμάτων) ή “Primary” (ικανότητα 24 ή 30 κυκλωμάτων) εκδόσεις. Οι περισσότερες μεσαίες προς μεγάλες επιχειρήσεις θα χρησιμοποιούσαν “Primary” ISDN κυκλώματα που μεταφέρονται με T1 ή E1 φυσικές συνδέσεις.
- RBS - (Robbed bit signaling) - παρέχει 24 ψηφιακά κυκλώματα μέσω μιας τεσσάρων καλωδίων (T1) διεπαφή.
- Διαδικτυακό πρωτόκολλο – H.323, SIP, MGCP και εσωτερικά πρωτόκολλα ανταλλαγής του Asterisk λειτουργούν μέσω IP και υποστηρίζονται από μερικούς παρόχους δικτύων.

Διεπαφές για τη συλλογή δεδομένων από το PBX:

- Σειριακή διεπαφή (Serial interface) - ιστορικά χρησιμοποιούνται για την εκτύπωση κάθε εγγραφή κλήσης σε ένα σειριακό εκτυπωτή. Τώρα, κάποια “εφαρμογή” συνδέεται μέσω σειριακού καλωδίου σε αυτή τη θύρα.
- Θύρα δικτύου (λειτουργία Listen) – όπου μια εξωτερική “εφαρμογή” συνδέεται με το πρωτόκολλο TCP ή UDP. Το PBX τότε αρχίζει τη συνεχή ροή πληροφοριών προς την εφαρμογή.
- Θύρα δικτύου (λειτουργία Server) – Το PBX συνδέεται με μια άλλη εφαρμογή ή buffer.
- Αρχείο – Το PBX δημιουργεί ένα αρχείο που περιέχει εγγραφές των κλήσεων. Οι εγγραφές των κλήσεων ονομάζονται από το PBX SMDR, CDR, ή CIL

## **Εσωτερική του Asterisk δρομολόγηση (inter-Asterisk Exchange, IAX)**

Το IAX είναι το ακριβές VoIP πρωτόκολλο του Asterisk. Είναι το πρότυπο πρωτόκολλο δικτύωσης του Asterisk. Παρέχει διαφανή δια-λειτουργικότητα με τα τείχη προστασίας (firewall) NAT και PAT (IP μεταμφίεση). Υποστηρίζει την τη σύνδεση, τη λήψη, τη μεταφορά και την καταγραφή κλήσεων. Με το IAX τα τηλέφωνα είναι πλήρως φορητά. Μία σύνδεση στο διαδίκτυο αρκεί για να συνδεθεί ένα τηλέφωνο ή ένας Asterisk εξυπηρετητής από οπουδήποτε ένα απομακρυσμένο PBX, το άμεσα θα διεκπεραιώνει τις κλήσεις κατάλληλα.

Το φορτίο του IAX είναι εξαιρετικά μικρό για τον εξυπηρετητή. Έχει μόνο τέσσερα bytes επικεφαλίδας, σε σύγκριση με τα τουλάχιστον 12 bytes επικεφαλίδας για τα RTP πρωτόκολλα όπως το SIP και το H.323. Τα μηνύματα ελέγχου του IAX είναι επίσης μικρότερα.

Το IAX υποστηρίζει διεθνοποίηση. Μια αίτηση, ενός PBX ή ενός τηλεφώνου, μπορεί να λάβει περιεχόμενο από το τηλεφωνικό κέντρο που το εξυπηρετεί στη γλώσσα του.

Το IAX υποστηρίζει έλεγχο ταυτότητας για εισερχόμενες και εξερχόμενες κλήσεις. Το Asterisk πραγματοποιεί λεπτομερή έλεγχο πρόσβασης. Τα όρια της πρόσβασης μπορούν να τεθούν μόνο σε συγκεκριμένα τμήματα του σχεδίου κλήσης.

Με "IAX dial plan polling, μπορεί να συγκεντρωθεί το σχέδιο κλήσης για ένα σύμπλεγμα από PBX. Κάθε PBX χρειάζεται να "γνωρίζει" μόνο τα τοπικά στοιχεία του και μπορεί να στέλνει ερωτήματα στο κεντρικό PBX για περαιτέρω πληροφορίες αν απαιτείται. Το SIP είναι το πρότυπο του IETF για το VoIP. Η σύνταξη ελέγχου του SIP μοιάζει με αυτή των SMTP, HTTP και FTP, άλλα IETF πρωτόκολλα. Το SIP τρέχει πάνω στο TCP/IP και διαχειρίζεται RTP συνεδρίες. RTP μεταφέρει τα δεδομένα μια συνόδου VoIP. Το SIP είναι το ανερχόμενο VoIP πρότυπο, επειδή είναι απλό συγκρινόμενο με άλλα πρωτόκολλα όπως το H.323. Το Asterisk σε συνδυασμό με το SIP λειτουργεί με επιτυχία με πολλούς κατασκευαστές, συμπεριλαμβανομένων των SNOM και Cisco.

### ***Δυνατότητες του Asterisk***

- Telephony Services
- Voicemail System A
- Password Protected
- Separate Away and Unavailable Messages
- Default or Custom Messages
- Multiple Mail Folders
- Web Interface for Voicemail Checking
- E-mail notification of Voicemail
- Voicemail Forwarding
- Visual Message Waiting Indicator
- Message Waiting Stutter Dialtone



Auto Attendant  
Interactive Voice Response  
Overhead Paging  
Flexible extension Logic  
MultiLine extensions  
Multi-Layered Access Control  
Direct Inward System Access  
Directory Listing  
Conference Bridging  
Unlimited Conference Rooms  
Access Control  
Call Queuing  
ADSI Menu System  
Support for Advanced Telephony Features  
PBX Driven Visual Menu Systems  
Visual Notification of Voicemail  
Call Detail Records  
Local Call Agents  
Remote Call Agents  
Protocol Bridging  
Provides seamless integration of technologies  
Offers a unified set of services to users regardless of connection type  
Allows interoperability of VoIP systems  
Call Features  
Music on Hold  
Music on Transfer  
Flexible mp3 based system  
Volume Control  
Random Play  
Linear Play  
Call Waiting  
Caller ID  
Caller ID Blocking  
Caller ID on Call Waiting  
Call Forward on Busy  
Call Forward on No Answer  
Call Forward Variable  
Call Transfer  
Call Parking  
Call Retrieval  
Remote Call Pickup  
Do Not Disturb  
Scalability

TDMoE  
Allows Direct Connection of Asterisk PBX  
Offers Zero Latency  
Uses Commodity Ethernet Hardware  
Voice over IP  
Allows for Integration of Physically Separate Installations  
Uses commonly deployed data connections  
Allows a unified dial plan across multiple offices  
Voice over IP Interoperability  
Inter-Asterisk Exchange (IAX)  
H.323 Session Initiation Protocol SIP  
Media Gateway Control Protocol (MGCP)  
Traditional Telephony Interoperability  
Robbed Bit Signaling Types  
FXS and FXO  
Loopstart  
Groundstart  
Kewlstart  
E&M  
E&M Wink  
Feature Group D  
PRI Protocols 4ES  
Lucent 5E  
DMS100  
National ISDN2  
EuroISDN  
BRI (ISDN4Linux)  
Codec Support  
GSM  
G.729 (available through purchase of commercial license(s))  
G.723.1 (pass through)  
Linear G.711 Mu-La  
G.711 A-Law  
ADPCM  
ILBC  
LPC-10  
MP3 (decode only)

# Σχεδιασμός ενός συστήματος PBX

## Καθορισμός απαιτήσεων

Υπάρχουν ορισμένοι τομείς που θα πρέπει να εξεταστούν κατά την οικοδόμηση ενός τηλεφωνικού συστήματος, όπως η υποδομή υλικού για τη σταθερότητα και την ασφάλεια του συστήματος, η ανάγκη κλειδώματος του τηλεφωνικού κέντρο, η ανάγκη παροχής επαρκή ελέγχου θέρμανσης κ.α. Τα περισσότερα από αυτά είναι άμεσα συνδεδεμένα με το περιβάλλον και καλύπτονται από τις μελέτες υποδομής και τα συμφωνητικά επιπέδου υπηρεσιών (Service-Level Agreements, SLA). Εκτός αυτών, οι πιο σημαντικές περιοχές επικέντρωσης, είναι αυτές που αφορούν την διαμόρφωση του ίδιου του συστήματος PBX. Θα χρειαστούν να εξεταστούν τα ακόλουθα:

Εύρεση των απαιτήσεων της επιχείρησης.

Επικοινωνία με τη διοίκηση και τους χρήστες.

Καταγραφή της παρούσας λειτουργίας. Τι κάνει το υπάρχων σύστημα; Πως το κάνει;

Σχεδίαση μιας εγκατάστασης Asterisk που πληρεί τις υφιστάμενες και τις μελλοντικές ανάγκες.

Τι χαρακτηριστικά χρειάζονται οι χρήστες;

Πόσο λογαριασμοί φωνητικού ταχυδρομείου απαιτούνται;

Πόσοι είναι οι χρήστες του συστήματος σήμερα;

Πόσοι χρήστες θα υπάρχουν στο μέλλον;

Πόσα τηλέφωνα χρειάζονται;

Πόσα από αυτά θα είναι τηλέφωνα IP και πόσα συμβατικά;

Πόσες συσκευές φαξ υπάρχουν;

Υπάρχουν τηλεφωνικοί αριθμοί που πρέπει να διατηρηθούν;

Ποια θα είναι η σύνδεση με το τηλεφωνικό δίκτυο; Αναλογικές γραμμές ή T1;

Θα υπάρχουν πολλαπλοί πάροχοι PSTN;

Πόσες ταυτόχρονες κλήσεις θα πραγματοποιούνται, κατά μέσο όρο και στο μέγιστο;

Ποιες είναι οι απαιτήσεις για δωρεάν τηλεφωνικές υπηρεσίες;

Η τηλεφωνική καλωδίωση που θα χρησιμοποιηθεί είναι ήδη εγκατεστημένη; Πρέπει να

σχεδιαστεί και να εγκατασταθεί επιπλέον τηλεφωνική ή δικτυακή καλωδίωση;

Ποια θα είναι η σύνδεση με το διαδίκτυο; Τι εύρος ζώνης απαιτείται για το σύστημα Asterisk; Θα είναι ξεχωριστή η σύνδεση στο διαδίκτυο για το Asterisk; Τι είδους συνδέσεις είναι διαθέσιμες;

Το τοπικό δίκτυο είναι ήδη εγκατεστημένο; Πρέπει να σχεδιαστεί και να εγκατασταθεί. Αρκεί, ή χρειάζονται περισσότερες δικτυακές συνδέσεις ή ακόμη και ένα νέο δίκτυο;

Υπηρεσίες

Πόσες εισερχόμενες γραμμές υπάρχουν;  
Πόσες εισερχόμενες γραμμές είναι αναγκαίες;

Ποιος είναι ο μέσος όρος εισερχομένων και εξερχομένων κλήσεων;

Απαιτείται κλήση έκτακτης ανάγκης;  
Απαιτείται οπτική τηλεδιάσκεψη;  
Απαιτείται κρυπτογράφηση φωνής.  
Απαιτείται DID (Direct Inward Dialing) υπηρεσία παρεχόμενη από την τηλεφωνική εταιρείας; Για πόσους υπαλλήλους;

Πόσες γραμμές modem και FAX απαιτούνται;

Ποια είναι η αναμενόμενη ανάπτυξη κατά τα επόμενα 5 χρόνια;

Χρειάζονται τηλέφωνα σε δημόσιους χώρους;

Χρειάζονται τηλέφωνα σε αίθουσες συνεδρίων;  
Πόσες είναι αυτές οι αίθουσες;  
Πόσοι άνθρωποι θα χρειάζονται δικό τους τηλέφωνο;

Πόσοι άνθρωποι θα χρειάζονται φωνητικό ταχυδρομείο;

Πόσοι άνθρωποι θα χρειάζονται αναγνώριση κλήσης;

Πόσοι άνθρωποι θα χρειάζονται δυνατότητα ανοιχτής ακρόασης;  
Απαιτείται δυνατότητα κλήσης προς φορητά στοιχεία του συστήματος;  
Χρειάζεται αυτόματο σύστημα υποδοχής;

Θα υπάρχει προσωπικό υποδοχής που θα απαντά και θα δρομολογεί τις κλήσεις;

Απαιτείται φωνητικό ταχυδρομείο;  
Τι χαρακτηριστικά θέλετε από αυτό;

Υπάρχει τηλεφωνική καλωδίωση στις θέσεις των αναλογικών τηλεφώνων και των συσκευών φαξ;

Αν υπάρχει υφιστάμενη καλωδίωση, είναι επαρκής;

Πώς θα τροφοδοτηθούν με ρεύμα τα τηλέφωνα, με μετασχηματιστές ή μέσω του ethernet;

Υπάρχει χώρος για έναν εξυπηρετητή τηλεφωνικού συστήματος των συνδεδεμένων καλωδιακών εγκαταστάσεων;

Υπάρχουν πολλά κτίρια που θα εξυπηρετούνται από αυτό το τηλεφωνικό σύστημα;

Έχετε υπάρχουσες γραμμές δεδομένων όπως T1 ή DSL;

Οι γραμμές θα είναι κοινές ή θα χρειαστούν νέες;

Ποια είναι η υπάρχουσα υποδομή του δικτύου;

Υπάρχουν routers, hubs, firewalls ή switches;

Υπάρχει εγκατεστημένο ethernet; Καλύπτει όλους τους χώρους;

Ποια είναι η ποιότητα του υφιστάμενου δικτύου;

Πόσο μεγάλο είναι το φορτίο;

### **Στάδια εγκατάστασης IP PBX συστήματος**

Σχεδιασμός και εγκατάσταση των απαραίτητων υποδομών, συμπεριλαμβανομένου του τοπικού δικτύου, της σύνδεσης στο Internet ή της σύνδεση με το τηλεφωνικό δίκτυο.

Σχεδιασμός και κατασκευή του συστήματος Asterisk συμπεριλαμβανομένου του εξυπηρετητή και του περιφερειακού εξοπλισμού.

Ρύθμιση του συστήματος Asterisk για το συγκεκριμένο περιβάλλον.

Εγκατάσταση του νέου συστήματος.

Δοκιμή του νέου συστήματος, συμπεριλαμβανομένων όλων των συνδέσεων και αφαίρεση της ηχούς.

Δημιουργία εγχειριδίου χρήσης του συστήματος συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών λειτουργίας.

Εκπαίδευση των χρηστών.

Έναρξη λειτουργίας του νέου συστήματος.

Υποστήριξη και συντήρηση του συστήματος.

Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και παρακολούθηση του συστήματος.

Αναβάθμιση του συστήματος σε τακτικά διαστήματα.

Σχέδιο για την αποκατάσταση των ζημιών.

Κάθε ένα από αυτά τα βήματα είναι ζωτικής σημασίας. Εάν οποιοδήποτε από αυτά τα βήματα είναι λάθος, το έργο θα αποτύχει.

### **Μέγεθος του εξυπηρετητή**

Μια ανέξοδη σύνθεση εξυπηρετητή, με 2Ghz επεξεργαστή, 512MB μνήμη και 60GB ελεύθερο χώρο στο δίσκο μπορεί να καλύψει τις ανάγκες ενός μικρού έως μεσαίου μεγέθους γραφείου. Το μέγεθος του εξυπηρετητή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αρχιτεκτονική του συστήματος. Αυτό συμπεριλαμβάνει το είδος και τον τύπο των τηλεφώνων που θα χρησιμοποιηθούν: αναλογικά, SIP, H.323 ή softphones, καθώς και τον αριθμό εσωτερικών και εξωτερικών συνδέσεων που θα εξυπηρετούνται. Σημαντικό κομμάτι είναι επίσης το εύρος ζώνης και η ποιότητα του δικτύου. Η κωδικοποίηση καθώς και αφαίρεση του “echo” προσθέτει μεγάλο φορτίο στη CPU.

Για παράδειγμα, ένα σύστημα αρχιτεκτονικής Pentium 4 2,6GHz με 1GB μνήμης RAM και 3 συνδέσεις T1 μπορεί να διαχειριστεί 40 ταυτόχρονες SIP σε Zap συνομιλίες και πάνω από 5000 τηλεφωνικές κλήσεις ανά ημέρα. Το φορτίο σε ένα εξυπηρετητή, όπως αυτόν μπορεί να μεταβάλλεται μέσα σε μια στιγμή από 0,00 έως 6,25.

*Πίνακας 5: Μέγεθος συστημάτων και αριθμός υποστηριζόμενων γραμμών*

<b>Μέγεθος Συστήματος</b>	<b>Ταυτόχρονες Κλήσεις</b>	<b>Αρχιτεκτονική</b>	<b>Μνήμη</b>
Hobby system	Όχι πάνω από 5	400 MHz x86	256 MB RAM
SOHO system (μικρό σύστημα γραφείου/σπιτιού)	5 έως 10	1 GHz x86	512 MB RAM
Μικρό εταιρικό σύστημα	Μέχρι 25	3 GHz x86	1 GB RAM
Μεσαίο προς μεγάλο σύστημα	Άνω των 25	Πολυπύρηνες CPU/ πολλαπλοί εξυπηρετητές	

## Παράδειγμα φορτίου εξυπηρετητή αρχιτεκτονικής AMD Athlon64 X2 4200

Στο παράδειγμα που ακολουθεί χρησιμοποιήθηκε εξυπηρετητής αρχιτεκτονικής Athlon64 X2 4200 με 1GB μνήμη RAM και 80 GB SATA σκληρό δίσκο. Η δοκιμή έγινε με το προεπιλεγμένο σενάριο της εφαρμογής SIP απλή παραμετροποίηση: αναπαραγωγή ενός αρχείου ήχου και αναμονή για σύντομο διάστημα. Αξίζει να σημειωθεί η μεγάλη μείωση της χρήσης της CPU κατά την ανάγνωση δεδομένων από τη μνήμη RAM σε σχέση με το σκληρό δίσκο. Αυτό ερμηνεύεται διότι η CPU περιμένει δεδομένα προς επεξεργασία πριν από την παράδοση τους στο αιτών κανάλι. Σαφώς η ανάγνωση από τη RAM είναι πολύ ταχύτερη από τον σκληρό δίσκο, οπότε και οι χρόνοι αναμονής της CPU πολλοί μικρότεροι.

Ωστόσο, το παρόν παράδειγμα αποτελεί μόνο μία απλή δοκιμή και σε καμία περίπτωση δεν αντανακλά τον αριθμό των κλήσεων που θα είναι σε θέση να χειριστεί ένα σύστημα. Για να καθοριστεί κάτι τέτοιο πρέπει να δοκιμαστεί ένα σύστημα με φορτίο σε πραγματικές συνθήκες και λαμβάνοντας υπ' όψιν το σχέδιο κλήσης και τις εφαρμογές που εκτελούνται παράλληλα.

Πίνακας 6: Αποτελέσματα δοκιμής προεπιλεγμένου σεναρίου SIP με χρήση απλών εφαρμογών wait() και Playback(). Η πληροφορία επιστρέφεται μέσω SIP πίσω στο Asterisk.

<b>Ταυτόχρονες κλήσεις</b>	330	330	550
<b>Χρήση CPU</b>	149%	14,8%	57,6%
<b>Μέση τιμή φορτίου</b>	49	25	60
<b>Αποθήκευση</b>	HDD	RAM	RAM

## Υπολογισμός εύρους ζώνης ανά κλήση για τους διάφορους κωδικοποιητές από τη Cisco<sup>10</sup>

Στους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω υποθέσεις επικεφαλίδων πρωτοκόλλου:

- 40 bytes για IP (20 bytes) / User Datagram Protocol (UDP) (8 bytes) / Real-Time Transport Protocol (RTP) (12 bytes) επικεφαλίδες.
- Το Compressed Real-Time Protocol (cRTP) μειώνει τις IP/UDP/RTP επικεφαλίδες στα 2 ή 4bytes (το cRTP δεν είναι διαθέσιμο μέσω Ethernet).
- 6 bytes για το Multilink Point-to-Point Protocol (MP) ή Frame Relay Forum (FRF).12 στρώματα 2 (L2) επικεφαλίδες.
- 1 byte για το “end-of-frame flag” στο MP και Frame Relay frames.

- 18 bytes για Ethernet L2 επικεφαλίδες, συμπεριλαμβανομένων 4 bytes για το Frame Check Sequence (FCS) ή Cyclic Redundancy Check (CRC).

Πίνακας 7: Ο πίνακας αυτός περιέχει μόνο υπολογισμούς για τα προεπιλεγμένα μεγέθη φορτίων φωνής στο Cisco CallManager ή στις πύλες H.323 Cisco IOS ©Software.

Πληροφορίες κωδικοποιητή				Υπολογισμοί εύρους ζώνης					
Codec & Bit Rate (Kbps)	Codec Sample Size (Bytes)	Codec Sample Interval (ms)	Mean Opinion Score (MOS)	Voice Payload Size (Bytes)	Voice Payload Size (ms)	Packets Per Second (PPS)	Bandwidth MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth w/cRTP MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth Ethernet (Kbps)
G.711 (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.1	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6 Kbps	87.2 Kbps
G.729 (8 Kbps)	10 Bytes	10 ms	3.92	20 Bytes	20 ms	50	26.8 Kbps	11.6 Kbps	31.2 Kbps
G.723.1 (6.3 Kbps)	24 Bytes	30 ms	3.9	24 Bytes	30 ms	33.3	18.9 Kbps	8.8 Kbps	21.9 Kbps
G.723.1 (5.3 Kbps)	20 Bytes	30 ms	3.8	20 Bytes	30 ms	33.3	17.9 Kbps	7.7 Kbps	20.8 Kbps
G.726 (32 Kbps)	20 Bytes	5 ms	3.85	80 Bytes	20 ms	50	50.8 Kbps	35.6 Kbps	55.2 Kbps
G.726 (24 Kbps)	15 Bytes	5 ms		60 Bytes	20 ms	50	42.8 Kbps	27.6 Kbps	47.2 Kbps
G.728 (16 Kbps)	10 Bytes	5 ms	3.61	60 Bytes	30 ms	33.3	28.5 Kbps	18.4 Kbps	31.5 Kbps
G722_64k(64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.13	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6Kbps	87.2 Kbps
ilbc_mode_20(15.2Kbps)	38 Bytes	20 ms	NA	38 Bytes	20 ms	50	34.0Kbps	18.8 Kbps	38.4Kbps



ilbc_mode_30(1 3.33Kbps)	50 Bytes	30 ms	NA	50 Bytes	30 ms	33.3	25.867 Kbps	15.73Kbps	28.8 Kbps
-----------------------------	-------------	-------	----	----------	-------	------	-------------	-----------	-----------

## Επιλογή υλικού

### Υλικό δικτύου

Μία διεπαφή ethernet συνδέει τον εξυπηρετητή του Asterisk με το τοπικό δίκτυο. Σε αυτό το δίκτυο μπορούν να συνδεθούν IP τηλέφωνα. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν IP προσαρμογείς για να συνδεθούν και αναλογικά τηλέφωνα στο δίκτυο.

Τα IP τηλέφωνα και οι IP προσαρμογείς απαιτούν ενέργεια. Κάποια IP τηλέφωνα και προσαρμογείς μπορούν να τροφοδοτηθούν με ρεύμα από απομακρυσμένες πηγές μέσω του καλωδίου του δικτύου (Power Over Ethernet). Η τροφοδότηση μέσω ethernet κάνει ευκολότερη την εφεδρική τροφοδότηση σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος. Θα χρειαστεί ένα μόνο κεντρικό UPS για τον μεταγωγέα αντί ξεχωριστών για κάθε τηλέφωνο. Έτσι σε περίπτωση διακοπής, το UPS θα διατηρήσει ενεργό τον μεταγωγέα και κάθε συνδεδεμένο σε αυτόν τηλέφωνο. Είναι περισσότερο δαπανηρή και δυσκολότερο να υποστηριχθεί, εφεδρική ισχύς για ανεξάρτητα τηλέφωνα.

### Επιλογή τηλεφωνικού εξοπλισμού

Το Asterisk μπορεί να λειτουργήσει ως εξυπηρετητής VoIP χωρίς την εγκατάσταση καρτών τηλεφωνικής διασύνδεσης. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο στη περίπτωση που ένας Asterisk εξυπηρετητής κάνοντας χρήση του IAX (Inter-Asterisk Exchange), συνδεθεί με κάποιον άλλο απομακρυσμένο εξυπηρετητή Asterisk. Αν ο απομακρυσμένος εξυπηρετητής έχει τις απαραίτητες κάρτες διασύνδεσης και είναι συνδεδεμένος στο PSTN, τότε και ο πρώτος εξυπηρετητής μπορεί να έχει πρόσβαση στο PSTN διαμέσου του απομακρυσμένου.

### Κάρτες διασύνδεσης

Η πιο κοινή σύνδεση PSTN είναι η γραμμή POTS. Μία POTS γραμμή το κοινό αναλογικό κύκλωμα που έχουμε στο σπίτι μας. Οι μικρές εταιρείες πρέπει έχουν ένα σύνολο από γραμμές POTS που φτάνουν στο τηλεφωνικό τους σύστημα.

Η εταιρεία Digium είναι αυτή τη στιγμή η κύρια πηγή εξοπλισμού καρτών συνδεσιμότητας PSTN και έχει διαφορετικές κάρτες ικανές να υποστηρίξουν από 1 μέχρι 24 γραμμές POTS. Ο πιο κοινός τρόπος σύνδεσης είναι μια κοινή αναλογική τηλεφωνική

γραμμή. Η TDM400P της Digium είναι μια κάρτα με πολλές θύρες που όταν γεμίζουν με μονάδες FXO μπορούν να υποστηρίξουν μέχρι και 4 αναλογικές γραμμές ανά κάρτα, ενώ η TDM2400 μπορεί να υποστηρίξει μέχρι και 24 αναλογικές γραμμές. Η χρήση μονάδων FXO ανταποκρίνεται άριστα σε μικρότερες εγκαταστάσεις. Εν τούτοις, αν χρειαζόμαστε περισσότερες γραμμές το επόμενο βήμα είναι μία **φωνητική T1 γραμμή**. Αξιοποιώντας μία γραμμή T1, οι τηλεφωνικές κλήσεις πολυπλέκονται σε λίγα μόνο καλώδια δίνοντας τη δυνατότητα μέχρι και για 23 τηλεφωνικές γραμμές ανά T1. Χρησιμοποιώντας μονές, διπλές ή τετράδυμες κάρτες της Digium, μπορούμε εύκολα να φτάσουμε μέχρι και τις 92 τηλεφωνικές γραμμές. Σε μερικές περιοχές, ένα ενδιαμέσο βήμα ανάμεσα στις POTS και T1 γραμμές είναι η υπηρεσία ISDN.

Ο παρακάτω πίνακας θα μας βοηθήσει να συγκρίνουμε δυνατότητες PSTN συνδέσεων σε κάρτες διαφορετικών τύπων.

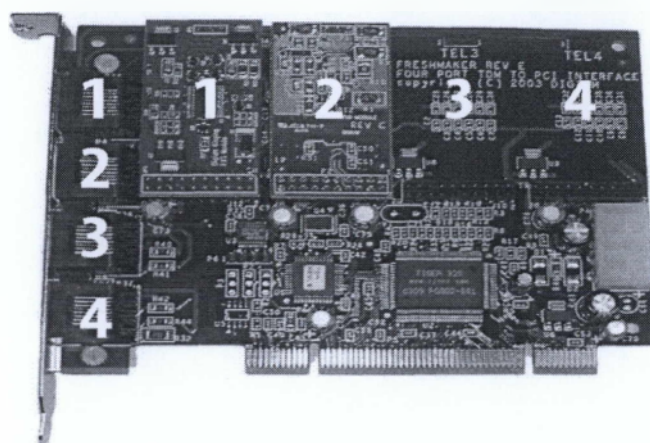
*Πίνακας 8: Τύποι καρτών διασύνδεσης με το δημόσιο δίκτυο και αριθμός γραμμών που υποστηρίζουν.*

Γραμμές	Κάρτα	Αριθμός καρτών
1-2	X100P	2
1-2	TDM400P	1 (2 FXS Modules)
3-4	TDM4001	1 (4 FXS Modules)
6-8	TDM4001	2 (4 FXS Modules)
1-24	TDM2400	1 (6 FXS Modules)
1-24	TE110P	1 (1 T1 Line)
25-48	TE205P	1 (2 T1 Lines)
49-96	TE405P	1 (4 T1 Lines)

Για πειραματισμό ή για πολύ μικρά συστήματα, μπορούμε να προμηθευτούμε πολύ οικονομικές κάρτες διασύνδεσης με τις γραμμές POTS. Αυτές οι κάρτες FXO, συχνά αναφέρονται ως X100P. Η κάρτα X100P είναι στην πραγματικότητα ένα μόντεμ με ένα συγκεκριμένο chipset, συμβατό με το Asterisk. Η κάρτα αυτή χρησιμοποιείται για να συνδεθεί μία μόνο αναλογική τηλεφωνική γραμμή σε ένα Asterisk εξυπηρετητή. Για τη σύνδεση με κάποιο πάροχο τηλεφωνικών υπηρεσιών διαδικτύου δεν απαιτείται επιπλέον υλικό.

Στο εμπόριο υπάρχουν κάρτες επέκτασης που καλύπτουν τη συνδεσιμότητα με το PSTN και ποικίλουν από POTS πολλών θυρών ως και υποστήριξη μέχρι και τεσσάρων T1 γραμμών (που ισοδυναμεί με 96 μεμονωμένες γραμμές).

Εικόνα 2: Η τηλεφωνική κάρτα TDM400P με εισηγμένες FXS και FXO μονάδες.



## Φυσικά Τηλέφωνα

Κάθε φυσική συσκευή της οποίας πρωταρχικός σκοπός είναι η κατά απαίτηση περάτωση κυκλώματος επικοινωνιών ήχου, μεταξύ δύο σημείων, μπορεί να χαρακτηριστεί ως φυσικό τηλέφωνο. Κατά το ελάχιστο, μια τέτοια συσκευή έχει ένα ακουστικό και ένα πληκτρολόγιο κλήσης. Μπορεί να έχει επίσης πλήκτρα άλλων δυνατοτήτων, οθόνη, καθώς και διάφορες άλλες διεπαφές ήχου.

## Αναλογικά τηλέφωνα

Τα αναλογικά τηλέφωνα υπάρχουν από την εφεύρεση του τηλεφώνου. Μέχρι περίπου και πριν από 20 χρόνια, όλα τα τηλέφωνα ήταν αναλογικά. Αν και τα αναλογικά τηλέφωνα παρουσιάζουν τεχνικές διαφορές ανά χώρα, όλα λειτουργούν με παρόμοιες αρχές.

Η σύνδεση αναφέρεται ως κύκλωμα και πραγματοποιείται από το τηλεφωνικό δίκτυο με τη χρήση ηλεκτρομηχανολογικών διακοπών (ρελέ) - κατά συνέπεια και ο όρος: “δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος”.

Όταν ένας άνθρωπος μιλάει, οι φωνητικές χορδές, η γλώσσα, τα δόντια και τα χείλη δημιουργούν μία σύνθετη ποικιλία των ήχων. Σκοπός του τηλεφώνου είναι να συλλάβει αυτούς τους ήχους και τους μετατρέψει σε μορφή κατάλληλη για μετάδοση μέσα από καλώδια. Σε ένα αναλογικό τηλέφωνο, το εκπεμπόμενο σήμα είναι ανάλογο με τα ηχητικά κύματα που παράγονται από την ομιλία ενός ανθρώπου. Αν μπορούσαμε να δούμε τα ηχητικά κύματα που διέρχονται από το στόμα στο μικρόφωνο, θα ήταν ανάλογα με το

ηλεκτρικό σήμα που θα μετριόταν στο καλώδιο.

Τα αναλογικά τηλέφωνα είναι το μόνο είδος τηλεφώνου που είναι ευρέως διαθέσιμο σε οποιοδήποτε κατάσταση ηλεκτρικών ειδών. Στα επόμενα χρόνια, αυτό αναμένεται να αλλάξει δραματικά.

## **IP τηλέφωνα**

Τα IP τηλέφωνα είναι ο αγγελιοφόρος της μεγαλύτερης αλλαγής στον τομέα της βιομηχανίας τηλεπικοινωνιών. Ήδη, IP τηλέφωνα που βασίζονται σε συγκεκριμένα πρότυπα, είναι διαθέσιμα σε καταστήματα λιανικής πώλησης. Ο πλούτος των δυνατοτήτων των συσκευών αυτών επιτρέπει πλήθος εφαρμογών όπως μετάδοση βίντεο, υψηλής πιστότητας μεταδόσεις, ασύρματες φορητές λύσεις, ειδικά διαμορφωμένα σύνολα για συγκεκριμένους κλάδους, ευέλικτα all-in-one συστήματα πολυμέσων.

Η επανάσταση της τηλεφωνίας IP δεν έχει να κάνει με έναν νέο τύπο καλωδίου σύνδεσης των τηλεφωνικών συσκευών αλλά με τη δυνατότητα προσαρμογής της επικοινωνίας σύμφωνα με τον τρόπο που θέλει ο χρήστης.

Τα πρώτα IP τηλέφωνα που είναι διαθέσιμα εδώ και πολλά χρόνια, δεν εκπροσωπούν το μέλλον αυτών των συσκευών.

## **Προσαρμογείς τηλεφωνίας (AFT)**

Ένας προσαρμογέας τηλεφωνίας (συνήθως αναφέρεται ως ATA, ή Analog Terminal Adaptor) μπορεί να χαρακτηριστεί συγκαταβατικά ως μια συσκευή τελικού χρήστη η οποία μετατρέπει τα κυκλώματα επικοινωνιών από ένα πρωτόκολλο σε ένα άλλο. Συχνότερα, οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή μιας σύνδεσης ψηφιακού σήματος (IP ή ιδιόκτητο) σε αναλογική, όπου μπορεί να συνδεθεί μια κοινή τηλεφωνική συσκευή ή φαξ. Οι προσαρμογείς αυτοί θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως πύλες, όσον αφορά τη λειτουργία τους. Εντούτοις, ο όρος “πύλη τηλεφωνίας” περιγράφει με καλύτερο τρόπο ένα προσαρμογέα πολλαπλών θυρών, με πολυπλοκότερες, γενικά, λειτουργίες δρομολόγησης. Οι προσαρμογείς τηλεφωνία θα υπάρχουν για όσο χρονικό διάστημα υπάρχει η ανάγκη να συνδέονται ασύμβατα πρότυπα μεταξύ τους και παλιές συσκευές σε νέα δίκτυα.

## **Τηλέφωνα λογισμικού (Softphones)**

Ένα τηλέφωνο λογισμικού είναι μια εφαρμογή η οποία παρέχει τηλεφωνική λειτουργικότητα σε μία συσκευή, μη τηλεφωνική, όπως ένα ηλεκτρονικός υπολογιστής ή PDA . Εκ πρώτης όψεως ένα τέτοιο πρόγραμμα παρέχει στους χρήστες του ένα

πληκτρολόγιο κλήσης και περιβάλλον που θυμίζει τηλέφωνο. Ο όρος “softphone” αναμένεται να εξελιχθεί ραγδαία, όπως και η αντίληψή μας, για το τι ακριβώς είναι τηλέφωνο, υποβάλλεται σε επαναστατική μεταμόρφωση. Παράδειγμα αυτής της εξέλιξης είναι το εξής: μπορούμε να ορίσουμε με σαφήνεια δημοφιλή προγράμματα επικοινωνίας, όπως το “Instant Messenger”, ως τηλέφωνα λογισμικού; Το IM παρέχει τη δυνατότητα να πραγματοποιεί και να λαμβάνει συνδέσεις VoIP βασισμένες σε πρότυπα. Είναι αρκετό αυτό για να το χαρακτηρίσει ως τηλέφωνο λογισμικού; Η απάντηση στο ερώτημα αυτό προϋποθέτει γνώση του μέλλοντος που δεν υπάρχει ακόμη. Αρκεί να πούμε ότι, ενώ σε αυτή τη χρονική περίοδο, τα τηλέφωνα λογισμικού αναμένεται να μοιάζουν στα παραδοσιακά τηλέφωνα, η αντίληψη αυτή είναι πιθανό να αλλάξει στο εγγύς μέλλον.

Ως πρότυπα εξελίσσονται από το παραδοσιακό τηλέφωνο σε επικοινωνίες πολυμέσων και η διαχωριστική γραμμή μεταξύ τηλεφώνων λογισμικού και φυσικών τηλεφώνων διακρίνεται δυσκολότερα. Για παράδειγμα μπορεί να υπάρξει σύστημα επικοινωνιών για εξυπηρέτηση των τηλεφωνικών κλήσεων στο οποίο να εκτελείται εφαρμογή λογισμικού τηλεφώνου για να περαιτέρω λειτουργίες.

Έχοντας λοιπόν ξεδιαλύνει το τοπίο, θα πρέπει να ορίσουμε ότι για το σκοπούς της παρούσας εργασίας, τηλέφωνο λογισμικού είναι κάθε τμήμα λογισμικού που λειτουργεί σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, παρουσιάζει την όψη και την αίσθηση τηλεφώνου και έχει ως κύρια λειτουργία του την πραγματοποίηση και τη λήψη πλήρως αμφίδρομων επικοινωνιών ήχου.

Παραδείγματα τέτοιων προγραμμάτων είναι:

- SJLabs SJPhone: <http://silabs.com>
- Counterpath X-Lite: <http://counterpath.com>
- Zoiper γνωστό ως IDEFISK: <http://www.zoiper.com/>

## Η ηχώ

Ένα από τα ζητήματα που μπορεί να προκύψουν σε ένα σύστημα VoIP με αναλογικές διασυνδέσεις, είναι η ηχώ. Η ηχώ είναι η ανάκλαση της φωνής του ομιλητή πίσω στο ακουστικό του, μικρό χρονικό διάστημα αργότερα. Η καθυστέρηση αυτή είναι συνήθως τη τάξης των 25 ms. Η ηχώ είναι αντιληπτή μόνο στο ακουστικό του ίδιου του ομιλητή και δεν μεταδίδεται στο συνομιλητή του. Είναι γνωστό γεγονός ότι η ηχώ θα ήταν ένα τεράστιο πρόβλημα στο PSTN, δεν είναι όμως αντιληπτή διότι χρησιμοποιούνται σύνθετες και ακριβές στρατηγικές για την άρση της. Η αγορά υλικού διεπαφής με αναλογικές γραμμές προτείνεται να εξεταστεί παράλληλα με πρόσθετο υλικό αφαίρεσης της ηχούς για συμβατότητα. Το υλικό αυτό βέβαια θα προσθέσει αρκετά επιπλέον χρήματα στον προϋπολογισμό του συστήματος. Το Asterisk μπορεί να έχει θετικές επιδράσεις στην μείωση της ηχούς μέσω λογισμικού, δεν έχει όμως αρκετή ισχύ ώστε να εξαλείψει το

πρόβλημα. Επίσης, η αφαίρεση της ηχούς στο λογισμικό επιβάλλει πρόσθετο φορτίο στον επεξεργαστή.

Υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες επιλογές λογισμικού αφαίρεσης ηχούς, από τις οποίες, κάθε μία, είναι συμβατή με τις αντίστοιχες κάρτες. Τα λογισμικά αυτά υλοποιούν τους ίδιους αλγορίθμους με το αντίστοιχο υλικό.

# To Trixbox

Το Trixbox δημιουργήθηκε από τον Andrew Gillis, το Νοέμβριο του 2004 με στόχο να μπορέσει κάθε οικιακός χρήστης να οικοδομήσει ένα πλήρως λειτουργικό PBX σύστημα Asterisk χωρίς να χρειάζεται να είναι ειδικός στο Linux ή γνωρίζει πολλά για την τηλεφωνία. Ωστόσο, έχει ξεπεράσει τα όρια του αρχικού του στόχου σημαντικά. Το Trixbox συνίσταται σε εικόνα (ISO) που μπορεί να μεταφορτωθεί και να εγγραφεί σε οπτικό δίσκο. Με την εκκίνηση ενός υπολογιστή από το δίσκο αυτό, το σύστημα διαμορφώνει τον σκληρό δίσκο, εγκαθιστά το CentOS μαζί με το Trixbox και μια σειρά από συναφή εργαλεία και βοηθητικά προγράμματα. Με τη δημιουργία ενός σεναρίου τυποποιημένης εγκατάσταση λειτουργικού συστήματος, εφαρμογών και εξαρτήσεων είναι σίγουρα ότι θα έχουμε ένα βασικό σύστημα έτοιμο για λειτουργία με πολύ λίγη προσπάθεια ή γνώση.

Το Trixbox ονομάστηκε αρχικά Asterisk@ Home. Ωστόσο, το όνομα αυτό άλλαξε πρόσφατα για διάφορους λόγους. Το Asterisk είναι εμπορικό σήμα της Digium Ltd ενώ το τμήμα "@Home" του ονόματος μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να υποβαθμίσει τη χρησιμότητα και τα χαρακτηριστικά του Trixbox, τα οποία είναι αρκετά ικανά να παρέχουν τις παραδοσιακές ανάγκες τηλεφωνίας και VoIP μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων.<sup>12</sup>

## Τα συστατικά μέρη του Trixbox

Το σύστημα Trixbox αποτελείται από έναν αριθμό συστατικών μερών, καθένα από τα οποία υπόκειται σε άδεια ανοικτού κώδικα. Το κύριο πλεονέκτημα του Trixbox είναι ότι αυτά τα συστατικά μέρη είναι προεγκατεστημένα και ρυθμισμένα για τη λειτουργία τους. Αυτό μειώνει την προσπάθεια που συνεπάγεται η εγκατάσταση τέτοιων εφαρμογών, σε σύγκριση με την προσπάθεια να επίτευξης αυτού χειροκίνητα.

Περιέχονται τα ακόλουθα στοιχεία:

- CentOS : Μία έκδοση της διανομής Linux Red Hat Enterprise.
- Asterisk : Ο πυρήνας του όλου συστήματος.
- FreePBX: Εργαλείο που παρέχει μία δικτυακή διεπαφή για διαχείριση και συντήρηση της εγκατάστασης Asterisk.
- Flash Operator Panel (FOP): Το Flash Operator Panel είναι μία εφαρμογή πίνακα όπου ένας ρεσεψιονίστ μπορεί να δει την κατάσταση όλων των επεκτάσεων και των τηλεφωνικών κυκλωμάτων.
- Cisco XML Services: Εργαλείο δημιουργίας αρχείων ρυθμίσεων για χρήση με IP τηλέφωνα Cisco.

- SugarCRM: Το SugarCRM είναι ένα σύστημα διαχείρισης πελατειακών σχέσεων για παρακολούθηση των πωλήσεων, των επαφών πελατών κλπ και αλληλεπιδρά με το Asterisk.
- Automated Installation Tools: Όλα τα εργαλεία, το λειτουργικό σύστημα, τα script και τα αρχεία ρυθμίσεων εγκαθίστανται αυτόματα και ρυθμίζονται για χρήση από το script εγκατάστασης του TrixBox.
- Festival Speech Engine: Πολλές λειτουργίες του Asterisk απαιτούν ικανότητα μετατροπής κειμένου σε ομιλία. Η μηχανή λόγου Festival παρέχει αυτή τη λειτουργία.
- Weather AGI script: Το script Weather είναι ένα καλό παράδειγμα πραγμάτων που μπορούν να επιτευχθούν με το Asterisk. Το script μπορεί να τροποποιηθεί ώστε να αναγνώσει στον καλών ένα αρχείο κειμένου από μία υπηρεσία πρόγνωσης καιρού χρησιμοποιώντας τη μηχανή Festival.
- Wakeup AGI script: Το script αυτό ρωτάει τον καλών για τη χρονική στιγμή που θα ήθελε να λάβει μία κλήση υπενθύμισης. Την καθορισμένη στιγμή, καλείται η επέκταση του χρήστη και αναπαράγεται ένας τόνος υπενθύμισης.
- Digium Card auto-config: Για συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν υλικό της Digium, ένα αυτόματο script παραμετροποίησης αναλαμβάνει την αρχική ρύθμιση των απαιτούμενων αρχείων ρυθμίσεων.

## **Διαφορές μεταξύ Asterisk και Trixbox**

Το Asterisk είναι απλά ένα από τα πολλά συστατικά μέρη του Trixbox. Ενώ το Asterisk είναι το πραγματικό λογισμικό PBX, το trixbox είναι μία αυτόματη εγκατάσταση πακέτων που εγκαθιστούν ένα πλήρες λειτουργικό σύστημα, το Asterisk PBX και όλα τα απαραίτητα στοιχεία που προαναφέρθηκαν. Η δύναμη του Trixbox βρίσκεται στην απλή εγκατάσταση και στη δικτυακή διεπαφή FreePBX.

Για να θέσουμε σε λειτουργία ένα σύστημα Asterisk, θα πρέπει να επιλέξουμε μια υποστηριζόμενη διανομή Linux, να την εγκαταστήσουμε, να ρυθμίσουμε την ασφάλεια και στη συνέχεια να εγκαταστήσουμε και να παραμετροποιήσουμε το Asterisk. Με το Trixbox έχουμε μια έτοιμη ρουτίνα εγκατάστασης, η οποία όχι μόνο μας δίνει ένα πλήρως λειτουργικό λειτουργικό σύστημα με εγκατεστημένο Asterisk, αλλά και προ-εγκαθιστά όλα τα υπόλοιπα στοιχεία για μας.

## **Ομάδες ειδοποίησης**

Μια ομάδα ειδοποίησης είναι μια ομάδα τερματικών σημείων που μπορούν να ηχούν την ίδια στιγμή όταν καλείται κάποιο μέλος της ομάδας. Αυτό μπορεί να είναι ένα χρήσιμο



χαρακτηριστικό για κάποιο οργανισμό, καθώς επιτρέπει στον πλησιέστερο διαθέσιμο χρήστη να απαντήσει την κλήση. Εάν το πλήθος των εισερχόμενων κλήσεων σε μια συγκεκριμένη ομάδα χρηστών δεν υπερβαίνει την ικανότητα της ομάδας αυτής να χειριστεί τις κλήσεις, τότε μια ομάδα ειδοποίησης είναι μια καλή λύση, καθώς θα ειδοποιούνται για μια εισερχόμενη κλήση όλες τα διαθέσιμα τερματικά σημεία που αντιστοιχούν σε αυτή. Ελαχιστοποιείται έτσι ο χρόνος αναμονής του καλούντος για τη σύνδεση του με κάποιον υπάλληλο.

Με το Asterisk, ένας εξωτερικός αριθμός τηλεφώνου, μπορεί να είναι μέλος μιας ομάδας κλήσης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για παράδειγμα, για να ειδοποιηθούμε για εισερχόμενη κλήση κάποιου τερματικού σημείου και στο κινητό μας, την ίδια στιγμή. Οι ομάδες κλήσης μπορούν να διαμορφωθούν ως «ring all» ή «hunt». Όταν μία ομάδα διαμορφωθεί ως «ring all» η εισερχόμενη κλήση θα ηχήσει σε κάθε τερματικό σημείο ταυτόχρονα, ενώ μία ομάδα «hunt» η ομάδα θα ηχήσει σε κάθε επέκταση ξεχωριστά.

Οι πληροφορίες που πρέπει να εκχωρηθούν σε μια ομάδα κλήσης είναι οι εξής:

- Το όνομα της ομάδας
- Ο αριθμός που αντιστοιχίζεται σε αυτή την ομάδα
- Η στρατηγική της («ring all» ή «hunt»)
- Το ηχητικό σήμα που θα αναπαραχθεί
- Το πρόθεμα αναγνώρισης της
- Ο προορισμός για να δρομολογήσετε μια κλήση αν κανένα μέλος της ομάδας δεν είναι διαθέσιμο (π.χ. στον τηλεφωνητή ή σε κάποιον άλλο διαχειριστή)
- Τα υπόλοιπα τερματικά σημεία που είναι μέλη αυτής της ομάδας

### **Διαδραστική απόκριση φωνής (IVR, Interactive Voice Response)**

Το μενού του ψηφιακού ρεσεψιονίστ μέσα από τη διεπαφή FreePBX παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας IVR μενού. Ένα καλά σχεδιασμένο σύστημα IVR είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά που μπορεί να δώσουν σε μια εταιρεία μια πολύ επαγγελματική εμφάνιση. Παράδειγμα μενού IVR είναι το ακόλουθο:

"Σας ευχαριστούμε που καλέσατε την εταιρεία μας, για τις πωλήσεις πιέστε 1, για υποστήριξη, 2."

Η διεπαφή FreePBX του Trixbox επιτρέπει τη δημιουργία πολύπλοκων, πολύκλαδων μενού φωνής για να βοηθήσουν τους καλούντες να δρομολογηθούν στα αρμόδια τμήματα. Για παράδειγμα, όταν ένας χρήστης πιέσει "2" για να συνδεθεί με το τμήμα της υποστήριξης, ένα άλλο μενού θα ζητήσει από το χρήστη να πιέσει "1" για υποστήριξη στο προϊόν 1 της εταιρείας ή "2" για το προϊόν 2. Μπορούμε έτσι να δρομολογήσουμε κάθε

έγκυρο πλήκτρο σε άλλο IVR μενού, σε διεύθυνση φωνητικού ταχυδρομείου, σε κάποιο τελικό σημείο ή ακόμα και σε κάποια εφαρμογή.

## **Φωνητικό ταχυδρομείο και ηχογραφήσεις (Asterisk Recording Interface, ARI)**

Το περιβάλλον ηχογραφήσεων του Asterisk (ARI) είναι ο χώρος αποθήκευσης των ηχογραφημένων αρχείων ήχου, συμπεριλαμβανομένων των φωνητικών μηνυμάτων και των καταγεγραμμένων τηλεφωνημάτων. Η σύνδεση απαιτεί τον αριθμό του τερματικού σημείου και τον κωδικό πρόσβασης στο φωνητικό ταχυδρομείο και δίνει πρόσβαση σε όλες τις εγγραφές στο συγκεκριμένο προφίλ. Από το περιβάλλον αυτό, μπορούν επίσης να αναπαραχθούν, να διαγραφούν και να προωθηθούν και παλαιότερα μηνύματα. Με τη σύνδεση, προβάλλεται μια λίστα με τις διαθέσιμες ηχογραφήσεις, με στοιχεία όπως την ημερομηνία της εγγραφής, την ώρα, τον αριθμό του καλούντος, τον πραγματικό λογαριασμό στον οποίο αποθηκεύτηκε το μήνυμα, τη διάρκεια της καταγραφής και μια σύνδεση με ένα πρόγραμμα αναπαραγωγής πολυμέσων, για αναπαραγωγή της ηχογράφησης.

## **Σχέδια κλήσης**

Σε όλα τα επιχειρησιακά συστήματα τηλεφωνίας, ένα σχέδιο κλήσης καθορίζει τη δρομολόγηση και την επεξεργασία των κλήσεων. Για παράδειγμα, καθορίζει που θα δρομολογηθεί μια κλήση που εισέρχεται στο τηλεφωνικό σύστημα μέσω γραμμής POTS, “τι θα γίνει” με την κλήση σε περίπτωση που δεν απαντηθεί ή το αν θα απαντώνται τα τηλέφωνα μετά το πέρας του ωραρίου της εταιρείας. Το αρχείο `extensions.conf` είναι το κύριο αρχείο ρυθμίσεων του Asterisk. Αυτό το αρχείο περιέχει το σχέδιο κλήσης. Το σχέδιο αυτό ελέγχει τη δρομολόγηση όλων των κλήσεων καθώς και τη διαδρομή μιας κλήσης διαμέσου των διεπαφών εντός του συστήματος. Οι εντολές του αρχείου `extensions.conf` δρομολογούν τις κλήσεις με βάση είτε τον αριθμό του καλούμενου ή του καλούντος.

## **Μοτίβα πληκτρολόγησης**

Τα μοτίβα πληκτρολόγησης αποτελούν μέρος της εξερχόμενης δρομολόγησης (outbound routing). Δρουν σαν φίλτρο για το ταίριασμα των αριθμών που κλήθηκαν κάνοντας χρήση κορμών (trunks). Οι κορμοί αναλύονται στη συνέχεια. Τα διάφορα μοτίβα που μπορούν να εισαχθούν είναι παρόμοια με αυτά που έχει το Asterisk εξ' ορισμού, όπως:

- X - Αναφέρεται σε οποιοδήποτε ψηφίο μεταξύ 0 και 9

- N - Αναφέρεται σε οποιοδήποτε ψηφίο μεταξύ 2 και 9
- Z - Κάθε ψηφίο που δεν είναι μηδέν. (Π.χ. 1 έως 9)
- [Διάφορα] – Ταίριασμα ενός μόνο χαρακτήρα οποίος αντιστοιχεί σε κάποιον από τις αγκύλες. (Π.χ. [02-68 \* #] θα ταιριάζει με το 0, οποιονδήποτε αριθμό μεταξύ 2 και 6 χωρίς αποκλεισμούς, 8, \* και #.
- .- Μπαλαντέρ. Ταίριασμα οποιουδήποτε αριθμού με οτιδήποτε τίποτα.
- | - Αυτό επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα ψηφίο για κλήση εξωτερικών γραμμών, ταιριάζοντας οτιδήποτε πριν από τη γραμμή.

## **Κορμοί (Trunks)**

Η πραγματοποίηση και λήψη κλήσεων μεταξύ εσωτερικών επεκτάσεων είναι είναι σημαντική αλλά μια τηλεφωνική εγκατάσταση δεν είναι ολοκληρωμένη αν δεν μπορείτε να δέχεται και να πραγματοποιείτε κλήσεις προς τον εξωτερικό κόσμο. Για να επιτευχθεί αυτό, θα χρειαστεί τουλάχιστον ένα κορμός.

Ένας κορμός είναι τηλεφωνική γραμμή που χρησιμοποιείται για εξωτερικές κλήσεις. Επίσης κορμός μπορεί να είναι η υπηρεσία κάποιου VoIP παρόχου (VoIP Service Provider, VSP) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κλήσεις προς το δίκτυο PSTN, ή απλώς για κλήσεις μεταξύ των συνδρομητών του παρόχου αυτού. Σε ένα τηλεφωνικό σύστημα μπορεί να υπάρχουν πολλοί κορμοί ή να χρησιμοποιούνται οι υπηρεσίες πολλών VSP ως πρόσθετοι κορμοί.

Ο λόγος για τους οποίους ένα τηλεφωνικό σύστημα μπορεί να διαθέτει πολλούς κορμούς εξηγούνται στο παράδειγμα που ακολουθεί:

- Κορμός (α): Ο πάροχος αυτού του κορμού προσφέρει οικονομικές αστικές κλήσεις, αλλά είναι ακριβός για κλήσεις προς κινητά τηλέφωνα και όχι αρκετά οικονομικός για διεθνείς κλήσεις.
- Κορμός (β): Ο πάροχος του κορμού (β) προσφέρει οικονομικές διεθνείς κλήσεις.
- Κορμός (γ) έχει καλές χρώσεις προς κινητά θα επιτρέψει 1300 αριθμούς, ενώ οι άλλοι 2 όχι.

Μια σωστά σχεδιασμένη διαδρομή θα κατευθύνει τις τηλεφωνικές κλήσεις που πραγματοποιούνται στην κατάλληλο κορμό, ο οποίος θα προσφέρει μέγιστη αποτελεσματικότητα και εξοικονόμηση χρημάτων. Π.χ. Όταν πραγματοποιηθεί μια κλήση σε ένα κινητό τηλέφωνο, το Asterisk θα κατευθύνει την κλήση μέσω του κορμού (γ), ή μέσω του κορμού (α), μια τοπική κλήση. Ομοίως, μια διεθνή κλήση, θα εξέλθει μέσω του κορμού (β).

# Customer Relationship Management (CRM)

Customer Relationship Management σημαίνει διαχείριση σχέσεων με τους πελάτες. Είναι μια στρατηγική που χρησιμοποιείται για να γίνουν γνωστές η συμπεριφορά και οι ανάγκες των πελατών, για την ανάπτυξη ισχυρότερων δεσμών με αυτούς. Οι καλές σχέσεις με τους πελάτες είναι η καρδιά για επιχειρηματική επιτυχία. Ένας περισσότερο χρήσιμος τρόπος θεώρησης του CRM είναι σαν διαδικασία που θα βοηθήσει στην σύνδεση πολλών κομματιών πληροφορίας για τους πελάτες, πωλήσεις, εμπορική αποτελεσματικότητα, ανταπόκριση και τις τάσεις της αγοράς.

## ***Ποιος είναι ο στόχος του CRM;***

Η ιδέα του CRM είναι η βοήθεια στην επιχείρηση να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία και τους ανθρώπινους πόρους για να εισέρθει μέσα στην καταναλωτική συμπεριφορά και την αξία των καταναλωτών. Αν λειτουργήσει όπως ελπίζεται, μια επιχείρηση μπορεί:

- Να παρέχει καλύτερες υπηρεσίες στους πελάτες.
- Να κάνει τα τηλεφωνικά κέντρα πιο αποτελεσματικά.
- Να κάνει πιο αποτελεσματικές τις πωλήσεις.
- Να βοηθήσει το προσωπικό να κλείσει συμφωνίες ταχύτερα.
- Να απλοποιήσει τις διαδικασίες Marketing και πωλήσεων.
- Να ανακαλύψει νέους πελάτες.
- Να αυξήσει το κέρδος.

## ***Πλεονεκτήματα του CRM για τους πελάτες***

Τα πλεονεκτήματα για τον πελάτη μέσα από το CRM συνοψίζονται ως ακολούθως:

- Σημαντικά μικρότερος χρόνος ανταπόκρισης σε αίτημα πελατών
- Οι παρεχόμενες υπηρεσίες ή προϊόντα ανταποκρίνονται αποτελεσματικότερα στις ανάγκες των πελατών.
- Χαμηλότερο κόστος κτήσης και χρήσης για τον τελικό καταναλωτή.
- Άμεση πρόσβαση στην πρόοδο της παραγγελίας.
- Μεγαλύτερη δυνατότητα επιλογής λύσεων.

Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης πελατειακών σχέσεων το οποίο προσφέρει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στη σύγχρονη επιχείρηση, βελτιώνοντας την

εξυπηρέτηση του πελάτη και μειώνοντας τα κόστη προσέγγισης, διαχείρισης και διατήρησής του.

Η θεωρία του Relationship Marketing όπως άρχισε να διατυπώνεται στις αρχές τις δεκαετίας του 1990 αναφέρει ότι αποτελεί ένα συνδυασμό τριών στοιχείων:

- Marketing, που αφορά τις δραστηριότητες για την απόκτηση νέων πελατών χωρίς όμως να δίνεται σημασία στη διατήρηση των υαρχόντων.
- Η εξυπηρέτηση του πελάτη που περιλαμβάνει πλήθος δραστηριοτήτων όπως η παροχή εξυπηρέτησης πριν και μετά την πώληση, διερεύνηση παραπόνων των πελατών κ.α.

- Η ποιότητα που πλέον έχει ξεφύγει από την τήρηση των τεχνικών προδιαγραφών και έχει αποκτήσει «πελατοκεντρικό» χαρακτήρα. Τα τρία αυτά στοιχεία έχουν ως κοινό σκοπό τη δημιουργία «πιστών» πελατών. Οι ηγέτες των επιχειρήσεων προσανατολίζονται πλέον στον τρόπο με τον οποίο θα μεταλλάξουν την προσέγγιση του Marketing από την κλασική θεώρηση του μίγματος Marketing (προϊόν, τιμή, διανομή & προώθηση) προς το Customer Management. Το περιορισμένο παραδοσιακό Marketing, για το οποίο τα τελευταία χρόνια οι προβληματισμοί αυξάνονται, φαίνεται ότι αφήνει σταδιακά τη θέση του σε νέα μορφή του cross functional marketing CRM.<sup>16</sup>

Η υιοθέτηση του CRM ως στρατηγική τροφοδοτείται από τη διαπίστωση ότι οι μακροχρόνιες σχέσεις με τους πελάτες είναι ένα από τα πλέον σημαντικά θέματα στις επιχειρήσεις. Στη σύγχρονη εποχή όπου, με την εξέλιξη της τεχνολογίας οι παραδοσιακές πηγές ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος (χαμηλές τιμές, ισχυρά brand names) δεν αρκούν, η υιοθέτηση του CRM διαφαίνεται ότι θα οδηγήσει στη δημιουργία και διατήρηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος γεγονός που αποτελεί και το ζητούμενο για τις επιχειρήσεις.

Είναι γνωστό ότι οι δαπάνες για το Marketing δεν έπονται σε αντίστοιχα αποτελέσματα. Υπάρχουν παραδείγματα επιχειρήσεων με μικρές δαπάνες Marketing να έχουν μια σταθερή πελατειακή βάση αλλά φτωχό positioning και χαμηλά επίπεδα αποτελεσματικότητας του Marketing. Άλλες επιχειρήσεις με χαμηλές δαπάνες επιτυγχάνουν αξιόλογα αποτελέσματα, τέτοια που για να τα επιτύχουν κάποιες άλλες επιχειρήσεις δαπανούν πολύ περισσότερα. Έτσι, διαφαίνεται ότι με το παραδοσιακό Marketing δεν είναι εύκολο να προκύψει αποτελεσματικό Marketing που θα οδηγήσει σε επιτυχία ανάλογη των δαπανών.

Εκείνο που χρειάζονται οι επιχειρήσεις είναι τα κατάλληλα συστήματα μέτρησης τα οποία θα βασίζονται στη μέτρηση συγκεκριμένων παραγόντων και θα είναι εστιασμένα στη συμπεριφορά του πελάτη. Με αυτόν τον τρόπο θα βεβαιώνεται η αποτελεσματικότητα του Marketing, χαρακτηριστικό που ήταν ένα από τα αδύναμα σημεία του παραδοσιακού Marketing. Ο λόγος που συνέβαινε αυτό ήταν επειδή το παραδοσιακό Marketing ήταν εστιασμένο στην απόκτηση πελατών. Στην φιλοσοφία του

Marketing αναγνωρίζεται ότι το CRM αρχίζει ουσιαστικά μετά την πώληση και όχι πριν από αυτή όπως συμβαίνει με το παραδοσιακό Marketing που σταματάει όταν η πώληση ολοκληρωθεί.

Έτσι είναι επιτακτική ανάγκη να δημιουργηθούν τα κατάλληλα συστήματα μέτρησης τα οποία θα πρέπει να είναι συνεχώς ενεργά ώστε μελλοντικά να δοθούν οι δυνατότητες να υλοποιούνται επακριβώς οι στρατηγικές του Marketing.<sup>[16]</sup>

Με την εφαρμογή του CRM πιστεύεται ότι είναι εφικτή η αποτελεσματική διεξαγωγή τέτοιων μετρήσεων.

Στα πλαίσια της κριτικής του παραδοσιακού Marketing προέκυψε η ανάγκη αντικατάστασής του με το Relationship Marketing το οποίο σημαίνει τη δημιουργία, ανάπτυξη και διατήρηση ενός δικτύου στο οποίο η επιχείρηση θα αναπτύσσεται.<sup>[17]</sup> Ο όρος Marketing με λίγα λόγια αποτελεί την τέχνη του να δημιουργεί μια επιχείρηση ικανοποιημένους πελάτες και να μπορεί να τους διατηρεί.

Ο λόγος για τον οποίο γίνεται αυτή η αναφορά είναι γιατί οι ικανοποιημένοι πελάτες αποτελούν το μοναδικό στοιχείο που διασφαλίζει τη μακροπρόθεσμη επιβίωση και ανάπτυξη μιας επιχείρησης γεγονός που αποτελεί και τον βασικό λόγο που το Relationship Marketing κερδίζει έδαφος. Ο τρόπος με τον οποίο το CRM προέκυψε από τις αρχές του παραδοσιακού Marketing δεν έχει διασαφηνιστεί ακόμα. Ο στόχος του CRM σαφώς και είναι ο ίδιος με αυτόν του Marketing αλλά, το CRM περιγράφεται από 6 διαστάσεις που διαφέρουν ουσιαστικά από τον καθιερωμένο ορισμό του Marketing. Οι διαστάσεις αυτές έχουν το δυναμικό να μεταλλάξουν την υπάρχουσα άποψη των επιχειρήσεων για το Marketing.

## **SugarCRM**

Το SugarCRM είναι μία δικτυακή εφαρμογή Διαχείρισης Πελατειακών Σχέσεων η οποία είναι διαθέσιμη τόσο σε ανοικτού κώδικα όσο και σε εμπορική έκδοση. Στις λειτουργίες του Sugar συμπεριλαμβάνονται: αυτοματοποίηση πωλήσεων, καμπάνιες μάρκετινγκ, υποστήριξη πελατών, συνεργασία, φορητό CRM, κοινωνικό CRM και αναφορές. Η εταιρεία λειτουργεί έναν αριθμό από ιστοσελίδες, συμπεριλαμβανομένης της εμπορικής της ιστοσελίδας Sugarcrm.com, ένα δικτυακό τόπο ανάπτυξης (SugarForge.org), το Sugar Exchange (για third party επεκτάσεις) και φόρουμ χρηστών. Καθώς έχει δυνατότητα αλληλεπίδρασης με το Asterisk για κλήσεις απευθείας από το διαχειριστή επαφών, το Sugar περιλαμβάνεται στο πακέτο του Trixbox.<sup>[14][15]</sup>

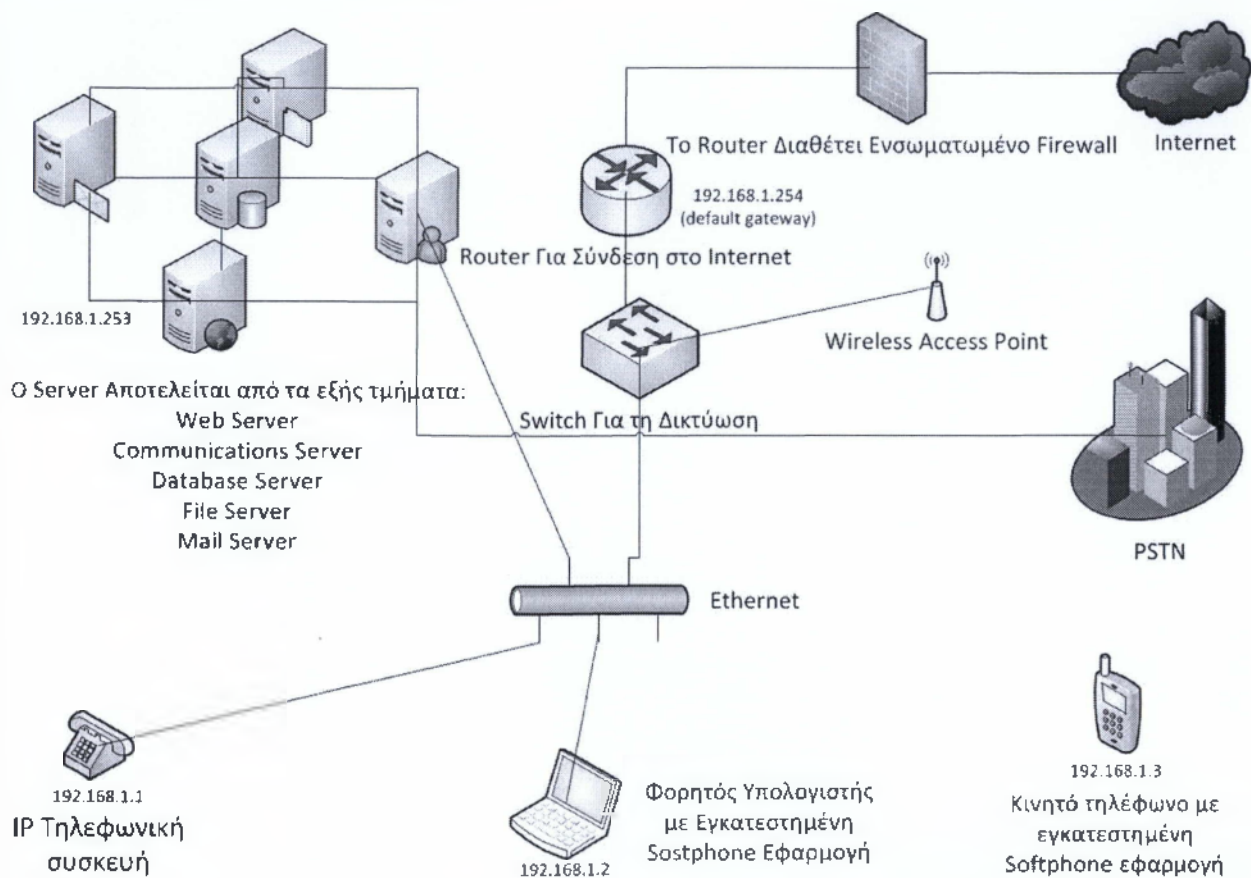
# Το σενάριο τηλεφωνικού συστήματος που υλοποιήσαμε

Στο σενάριο τηλεφωνικού συστήματος που υλοποιήσαμε, υπάρχουν τρεις εσωτερικές τηλεφωνικές γραμμές (extensions), καθεμία από αυτές αντιπροσωπεύει ένα τμήμα της υποτιθέμενης εταιρείας. Στην εταιρεία υπάρχουν τρία τμήματα. Τμήμα πωλήσεων, τμήμα υποστήριξης και λογιστήριο. Σε κάθε μία από αυτές τις γραμμές βρίσκονται συνδεδεμένες αντίστοιχα, μία IP τηλεφωνική συσκευή, ένας φορητός υπολογιστής και ένα κινητό τηλέφωνο, με εγκατεστημένες softphone εφαρμογές, ώστε να μπορούν να πραγματοποιούν και να δέχονται τηλεφωνικές κλήσεις VoIP μέσω του IP τηλεφωνικού συστήματος. Στο ρόλο του τηλεφωνικού κέντρου υπάρχει linux server με εγκατεστημένο Asterisk. Ο Server κάνει χρήση της διανομής CentOS και εκτός από Server του τηλεφωνικού συστήματος παίζει επίσης ρόλο: Web Server, Database Server, Mail Server και File Server.

Οι ανωτέρω δικτυακές συσκευές είναι συνδεδεμένες σε δίκτυο, μέσω ενός switch, για καλύτερη διαχείριση του φορτίου του δικτύου, λόγω των μεγάλων απαιτήσεων σε χωρητικότητα δικτύου που απαιτούνται για τις νοίρ τεχνολογίες και τη φύση της λειτουργίας αυτής. Για παράδειγμα δεν μπορούμε να έχουμε καθυστέρηση η αποτυχημένη μεταφορά πακέτων φωνής. Επίσης το δίκτυο δεν θα χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά για δρομολόγηση κλήσεων, αλλά και για τις υπόλοιπες ανάγκες της εταιρείας οπότε θα έχει και αυξημένο φορτίο. Στο Server υπάρχει εγκατεστημένη κατάλληλη κάρτα για τη διασύνδεση με το PSTN δίκτυο και πραγματοποίηση εξωτερικών κλήσεων.

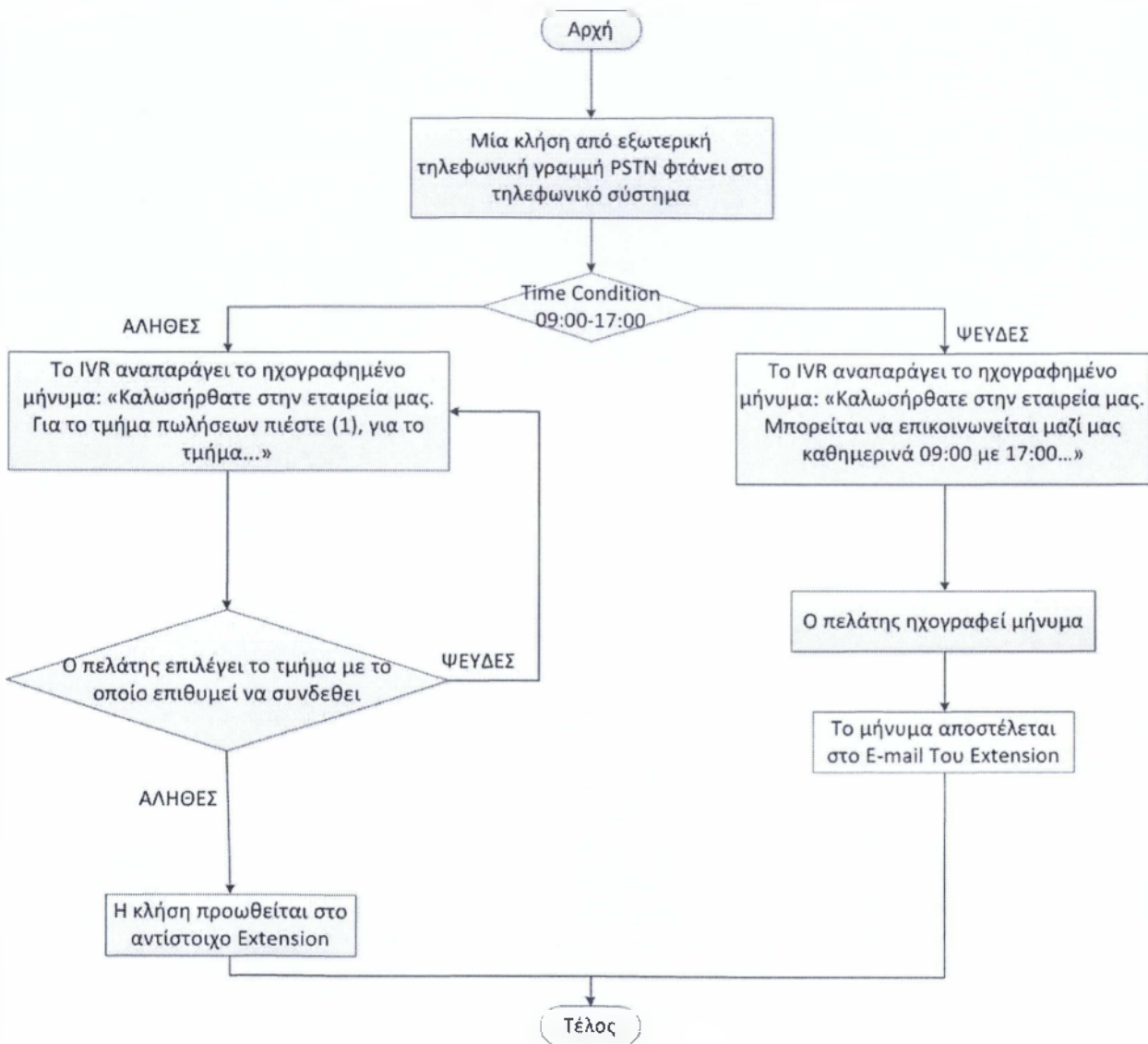
Στο τμήμα του λογισμικού, το Tricbox αναλαμβάνει ευκολότερη και αποτελεσματικότερη παραμετροποίηση και διαχείριση των δυνατοτήτων του Asterisk, μέσω γραφικής δικτυακής διεπαφής, διευκολύνοντας ουσιαστικά το χρήστη και απαλάσσοντας τον από την πολυπλοκότητα της τροποποίησης πληθώρας αρχείων ρυθμίσεων. Το Asterisk ενοποιήθηκε με την ανοικτού κώδικα εφαρμογή διαχείρισης πελατειακών σχέσεων (CRM) SugarCRM, ώστε να μπορούν να πραγματοποιούνται κλήσεις απευθείας μέσα από το περιβάλλον του SugarCRM. Για την ενοποίηση αυτών των συστημάτων χρησιμοποιήθηκε ο συνδέτης VoiceRD. Η εγκατάσταση και παραμετροποίηση υλικού και λογισμικού θα περιγραφεί στη συνέχεια.

Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση του δικτύου και του υλικού εξοπλισμού της εταιρείας.





Εικόνα 4: Διάγραμμα Ροής του τηλεφωνικού συστήματος.



# Εγκατάσταση του Asterisk

## 1. Εγκατάσταση του Asterisk και των πακέτων που απαιτούνται χειροκίνητα

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα πακέτα που απαιτούνται για να μεταγλωττίσουμε τα *Libpri*, *Zaptel* και *Asterisk*. Η επιλογή `-y` στις *yum* εφαρμογές σημαίνει να απαντηθούν με ναι όλες οι προτροπές και χρησιμοποιώντας την θα εγκατασταθεί η εφαρμογή και όλες οι εξαρτήσεις της χωρίς προτροπές. Αν δεν το θέλουμε αυτό, μπορούμε να παραλείψουμε την επιλογή `-y`.

Πίνακας 9: Λίστα πακέτων που απαιτούνται για τη μεταγλώττιση *Libpri*, *Zaptel* και *Asterisk*.

Όνομα πακέτου	Εντολή εγκατάστασης	Περιγραφή	χρησιμοποιείται από
<i>GCC</i>	<code>yum install -y gcc</code>	Required to compile zaptel, libpri, and asterisk	libpri, zaptel, asterisk
<i>Ncurses-devel</i>	<code>yum install -y ncurses-devel</code>	Required by menuselect	Menuselect
<i>Libtermcap-devel</i>	<code>yum install -y libtermcap-devel</code>	Required by asterisk	Asterisk
<i>Kernel Development Headers</i>	<code>yum install -y kernel-devel</code>	Required to compile zaptel	Zaptel
<i>Kernel Development Headers (SMP)</i>	<code>yum install -y kernel-smp-devel</code>	Required to compile zaptel	Zaptel
<i>GCC C++</i>	<code>yum install -y gcc-c++</code>	Required by asterisk	Asterisk
<i>OpenSSL (optional)</i>	<code>yum install -y openssl-devel</code>	Dependency of OSP, IAX2 encryption, res_crypto (RSA key support)	Asterisk
<i>newt-devel (optional)</i>	<code>yum install -y newt-devel</code>	Dependency of zttool	Zaptel
<i>zlib-devel (optional)</i>	<code>yum install -y zlib-devel</code>	Dependency of DUNDi	asterisk
<i>unixODBC; unixODBC-devel (optional)</i>	<code>yum install -y unixODBC-devel</code>	Dependency of func_odbc, cdr_odbc, res_config_odbc, res_odbc, ODBC_STORAGE	Asterisk
<i>libtool (optional; recommended)</i>	<code>yum install -y libtool</code>	Dependency of ODBC-related modules	Asterisk
<i>GNU make (version 3.80)</i>	<code>yum install -y</code>	Required to compile zaptel	asterisk

or  
higher)

make

and asterisk

Η εγκατάσταση του *Asterisk* και των λοιπών πακέτων που θα περιγραφεί παρακάτω έγινε στη διανομή *Centos 5.5* του λειτουργικού συστήματος *Linux*. Η διαδικασία της εγκατάστασης του λειτουργικού συστήματος είναι αρκετά απλή. Για λόγους συντομίας δεν περιγράφεται. Εναλλακτικά μπορούσε να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε άλλη Linux διανομή.

Μετά την εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος συνδεόμαστε σε αυτό ως χρήστης *root*. Ο χρήστης *root* είναι υπερχρήστης και έχει όλα τα δικαιώματα διαχειριστή στο σύστημα, απαραίτητο για την εκτέλεση της εγκατάστασης. Έτσι θα έχουμε πρόσβαση στον κατάλογο */usr/src/* όπου θα αποσυμπιέσουμε και θα μεταγλωττίσουμε αργότερα το *Asterisk* και τα άλλα πακέτα. Το συνθηματικό του χρήστη *root* το έχουμε επιλέξει κατά την εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος.

## Προμήθεια του πηγαίου κώδικα

Για να προμηθευτούμε τις τελευταίες εκδόσεις του πηγαίου κώδικα που θα χρειαστούμε θα χρησιμοποιήσουμε την εντολή *wget* στη γραμμή εντολών του λειτουργικού συστήματος. Ο αριθμός της έκδοσης των πακέτων *Asterisk*, *Libpri* και *Zaptel* δεν είναι αναγκαίο να είναι ο ίδιος.

```
cd /usr/src/  
wget http://downloads.digium.com/pub/asterisk/asterisk-1.6-current.tar.gz  
wget http://downloads.digium.com/pub/libpri/libpri-1.6-current.tar.gz  
wget http://downloads.digium.com/pub/zaptel/zaptel-1.6-current.tar.gz
```

## Αποσυμπίωση του πηγαίου κώδικα

Για να αποσυμπιέσουμε τον πηγαίο κώδικα από το ενιαίο συμπιεσμένο αρχείο θα χρησιμοποιήσουμε την εντολή *tar zxvf*.

```
tar zxvf zaptel-1.6-current.tar.gz  
tar zxvf libpri-1.6-current.tar.gz  
tar zxvf asterisk-1.6-current.tar.gz
```

## Εγκατάσταση πακέτων

Πριν μεταγλωττίσουμε το πρόγραμμα οδήγησης *Zaptel* σε ένα σύστημα που τρέχει Linux kernel 2.4, πρέπει να επιβεβαιώσουμε ότι ο κατάλογος */usr/src/* περιέχει ένα

συμβολικό σύνδεσμο με όνομα *linux-2.4*, ο οποίος δείχνει στον πυρήνα του λειτουργικού συστήματος. Αν δεν υπάρχει, μπορούμε να τον δημιουργήσουμε με την παρακάτω εντολή.

```
ln -s /usr/src/'uname -r' /usr/src/linux-2.4
```

Συστήματα που δουλεύουν με διανομές Linux με πυρήνα 2.6, συχνά δεν χρειάζονται δημιουργία συμβολικού συνδέσμου. Οι διανομές αυτές θα ψάξουν για τον κατάλογο του πυρήνα αυτόματα, εκτός αν έχουμε αλλάξει τοποθεσία στον κατάλογο build.

## Μεταγλώττιση και Εγκατάσταση των προγραμμάτων οδήγησης Zapata Telephony (Zaptel)

```
cd /usr/src/zaptel-1.6
make clean
./configure
make menuselect
make
make install
```

Αν και η εντολή *make clean* δεν είναι απαραίτητη, τη χρησιμοποιούμε για να αφαιρέσει τυχόν μεταγλωττισμένα δυαδικά αρχεία από τον κατάλογο του πηγαίου κώδικα, όπως για παράδειγμα αν χρειαστεί να μεταγλωττίσουμε ξανά κάποιο module. Μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε επίσης για να καθαρίσουμε τα δυαδικά αρχεία μετά την εγκατάσταση. Η *make clean* θα διαγράψει τα δυαδικά αρχεία μόνο από τον κατάλογο του πηγαίου κώδικα και όχι από το σύστημα. Το πακέτο που εγκαταστήσαμε θα συνεχίσει να δουλεύει κανονικά.

Αρχικά θα εκτελέσουμε την εντολή *./configure*, για να προσδιορίσουμε τι εφαρμογές και βιβλιοθήκες είναι εγκατεστημένες στο σύστημα μας. Αυτό θα διασφαλίσει ότι τα πακέτα που χρειάζεται το Zaptel είναι εγκατεστημένα.

Η εντολή *make menuselect* είναι ένας νέος τρόπος επιλογής των modules που θα δημιουργηθούν κατά τη μεταγλώττιση, με τη μορφή μενού. Έκανε τη εμφάνιση της με το Asterisk 1.4.0. Η διαδικασία της μεταγλώττισης άλλαξε ελαφρώς, αλλά έχουμε περισσότερη ευελιξία στον έλεγχο των modules που θα δημιουργήσουμε. Δημιουργούμε μόνο αυτά που χρειαζόμαστε. Θα την χρησιμοποιήσουμε και κατά τη μεταγλώττιση του Asterisk.

Η εντολές *make* και *make install* θα μεταγλωττίσουν και θα εγκαταστήσουν το πακέτο.

Για λειτουργικά συστήματα όπως το *CentOS* ή άλλες διανομές βασιζόμενες στη *Red Hat* μπορούμε να εκτελέσουμε την εντολή

```
make config .
```

Αυτή θα εγκαταστήσει τα script της εκκίνησης και θα ρυθμίσει το σύστημα

χρησιμοποιώντας την εντολή *chkconfig* , για να φορτώνεται αυτόματα το Zaptel module στην εκκίνηση του συστήματος.

Οι εντολές που περιγράφηκαν θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για την εγκατάσταση των υπόλοιπων πακέτων που απαιτούνται.

## Μεταγλώττιση και Εγκατάσταση των Βιβλιοθηκών libpri

Η διαδικασία της μεταγλώττισης και της εγκατάστασης των βιβλιοθηκών libpri είναι απλούστερη καθώς δεν κάνει χρήση του autoconf ή της menuselect. Η libpri χρησιμοποιείται από διάφορους κατασκευαστές υλικού πολυπλεξίας με διαίρεση χρόνου (Time Division Multiplexing ή απλώς TDM) . Ακόμα όμως και αν δεν έχουμε τέτοιο υλικό η εγκατάσταση του libpri είναι ασφαλής. Πρέπει όμως να γίνει πριν από την εγκατάσταση του Asterisk, καθώς θα εντοπιστεί και θα χρησιμοποιηθεί κατά τη μεταγλώττιση του Asterisk.

```
cd /usr/src/libpri-1.6
make clean
make
make install
```

## Μεταγλώττιση και Εγκατάσταση Asterisk

Ο χρόνος της μεταγλώττισης του Asterisk είναι αρκετά μεγαλύτερος από ότι των υπολοίπων πακέτων, καθότι μεγαλύτερο, και εξαρτάται από την απόδοση του επεξεργαστή του συστήματος.

Παρ' ολ' αυτά μπορεί να μεταγλωττιστεί επιτυχώς ακόμα και σε έναν 133 MHz Pentium , αν και η διαδικασία θα διαρκέσει περίπου πέντε ώρες.

```
cd /usr/src/asterisk-1.6
make clean
./configure
make menuselect
make install
make samples
make config
```

Η ακολουθία των εντολών είναι όμοια με αυτήν του Zaptel. Η εντολή *make samples* θα εγκαταστήσει τα προεπιλεγμένα αρχεία ρυθμίσεων. Έτσι μπορούμε να κερδίσουμε χρόνο από το να ρυθμίσουμε τα αρχεία ένα-ένα ξεχωριστά.

## Script αρχικοποίησης Asterisk και Zaptel

Το βασικό μέρος των script είναι η *service*, *service asterisk* ή *service zaptel*, αναλόγως για τα προγράμματα οδήγησης ή το PBX και ακολουθεί κάποια παράμετρος, όπως παρουσιάζεται στους πίνακες που ακολουθούν. Φαίνονται επίσης και η εντολές που αντιστοιχούν στα script αυτά.

Πίνακας 10: Επιλογές script αρχικοποίησης Asterisk.

service-asterisk <επιλογή>	εντολή
start	asterisk
stop	killproc asterisk
restart	stop; start
reload	asterisk -rx "reload"
status	ps aux   grep [a]sterisk

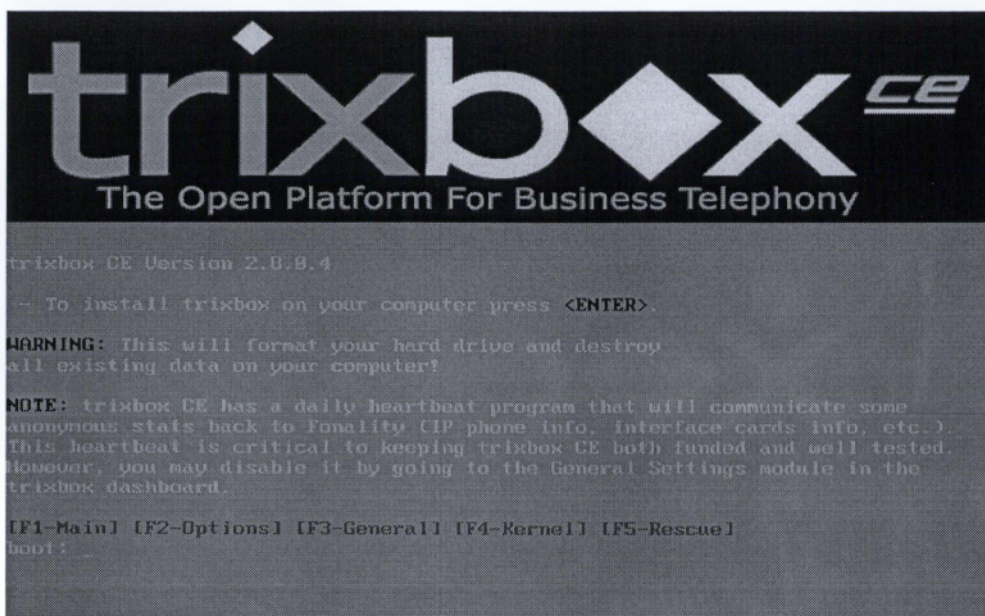
Πίνακας 11: Επιλογές script αρχικοποίησης Zaptel.

service zaptel <επιλογή>	εντολή
Start	modprobe zaptel; modprobe <module>; /sbin/ztcfg
Stop	rmmod ztdummy; rmmod zaptel
Restart	stop; start
reload	/sbin/ztcfg

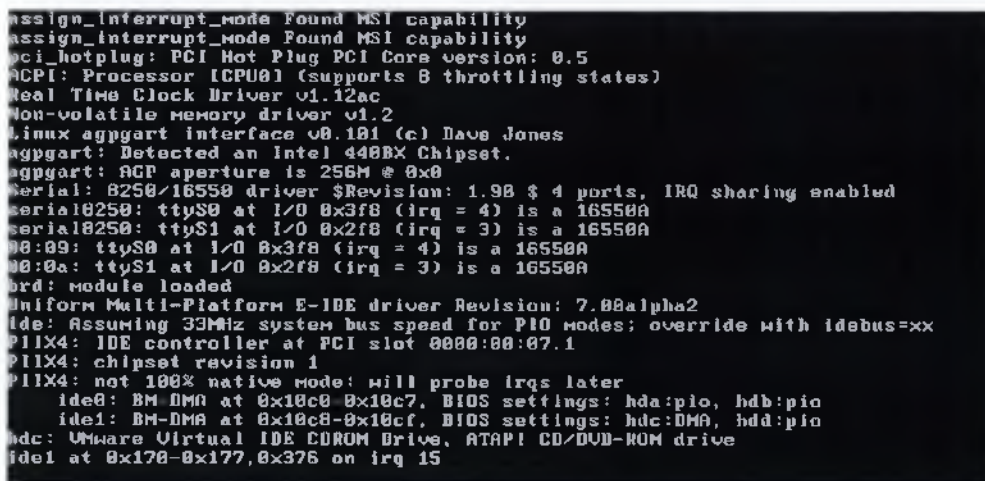
## 2. Εγκατάσταση του Trixbox

Για την εγκατάσταση του trixbox προμηθευτήκαμε το αρχείο εικόνας iso από την ιστοσελίδα του Trixbox (<http://fonality.com/trixbox/downloads>)<sup>13</sup> και το εγγράψαμε σε CD. Η εγκατάσταση του όπως και κάθε άλλου λειτουργικού συστήματος ξεκινάει αφού ρυθμίσουμε σαν πρώτη συσκευή εκκίνησης τον οδηγό δίσκων στον οποίο τοποθετήσαμε το CD αυτό.

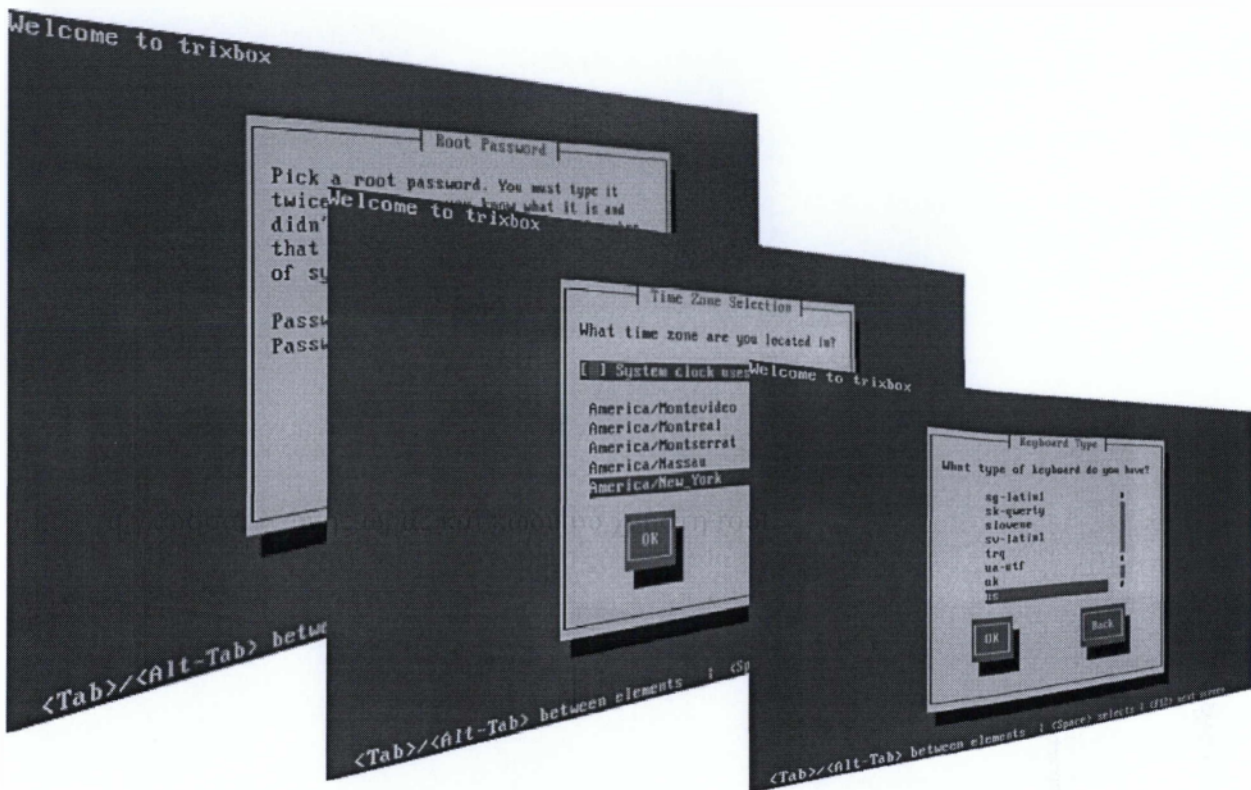
Αφού επανεκκινήσουμε το σύστημα μας, ξεκινάει η αυτοματοποιημένη εγκατάσταση και λίγα δευτερόλεπτα μετά μας καλωσορίζει η ακόλουθη οθόνη, όπου μας προτρέπει να πιάσουμε το πλήκτρο **enter** για να συνεχίσουμε με την εγκατάσταση.



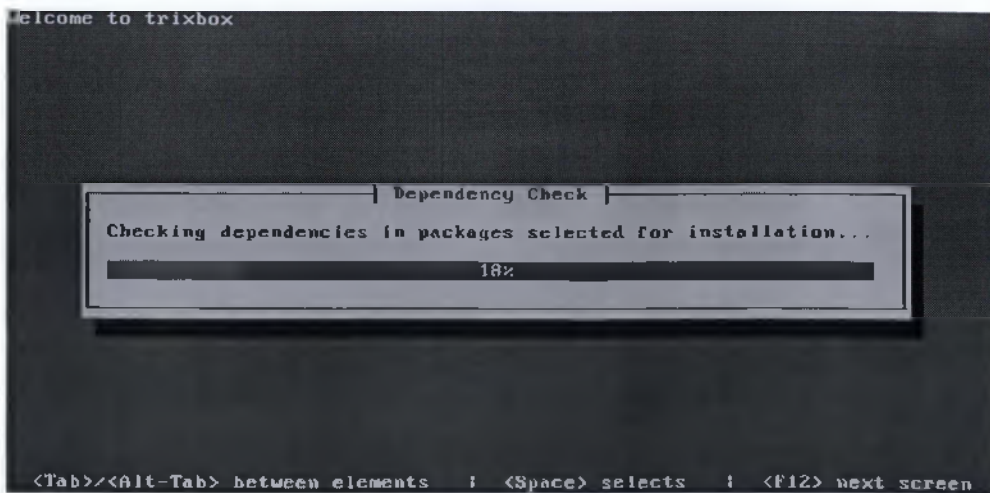
Η εγκατάσταση συνεχίζει με την αναγνώριση του συσκευών του συστήματος.



Επιλογή γλώσσας, ζώνης ώρας και κωδικού χρήστη root.

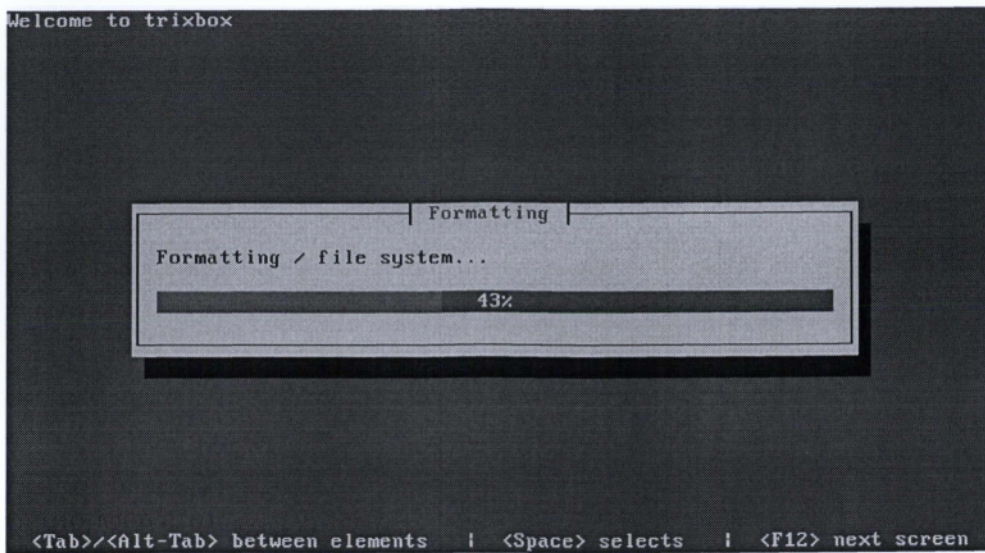


Ελέγχονται οι εξαρτήσεις των πακέτων που πρόκειται να εγκατασταθούν

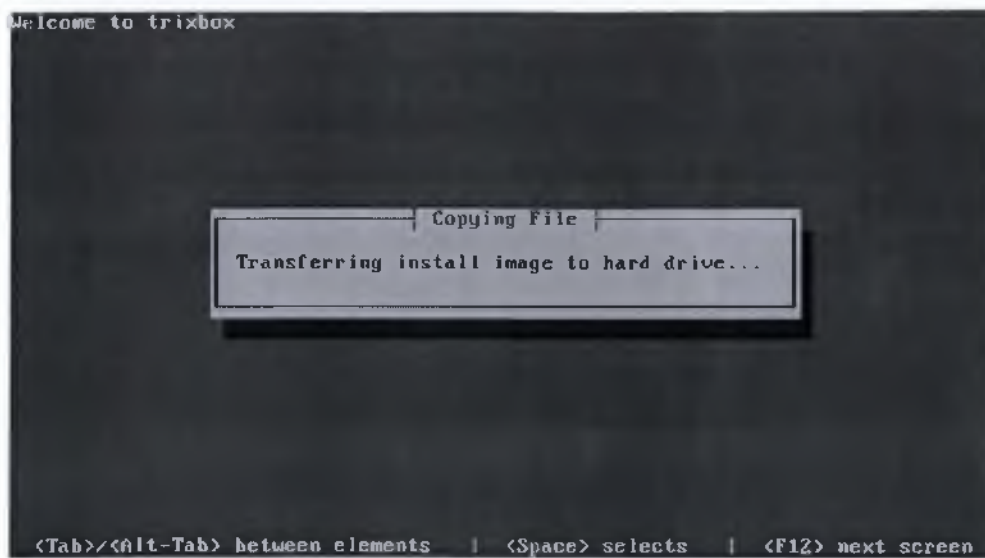




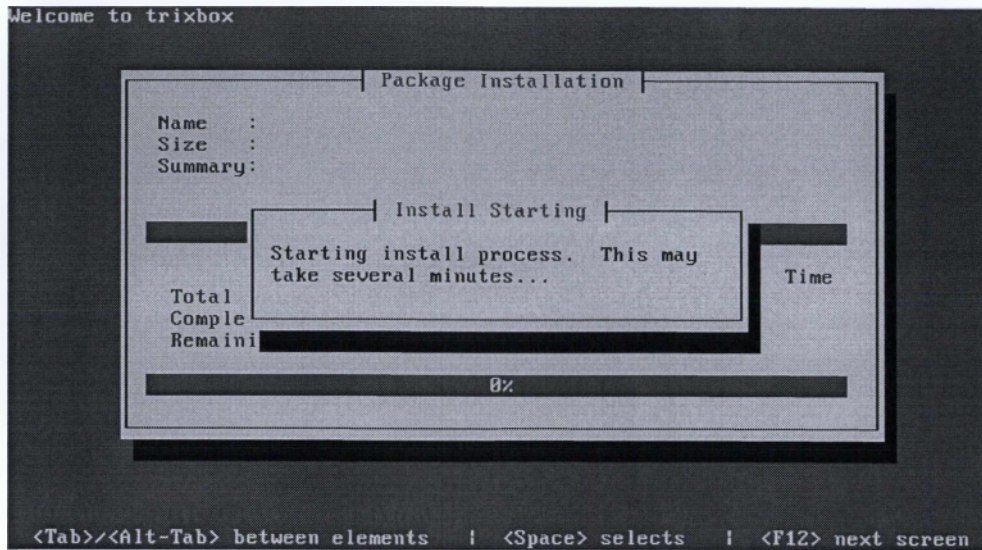
Ο δίσκος διαμορφώνεται



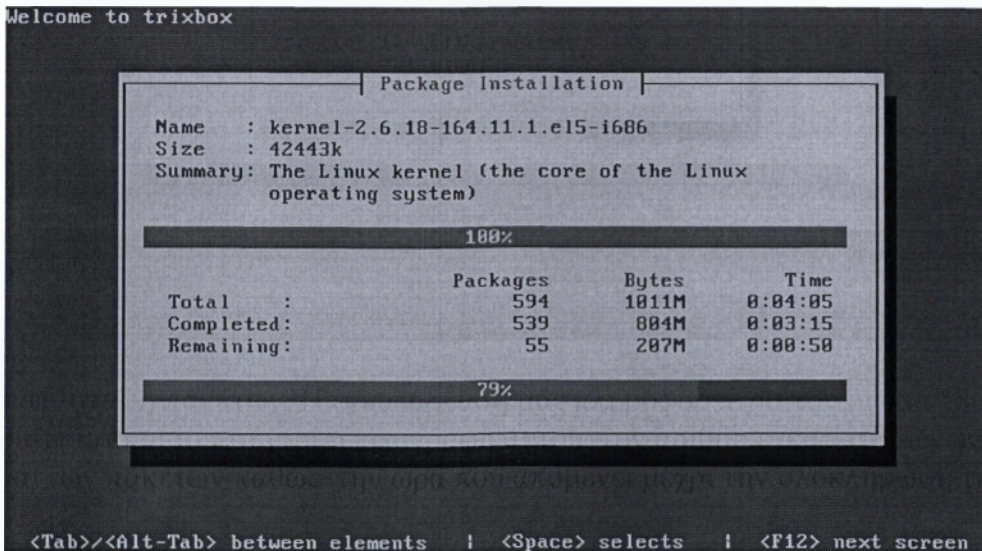
Η εικόνα της εγκατάστασης μεταφέρεται στο σκληρό δίσκο.



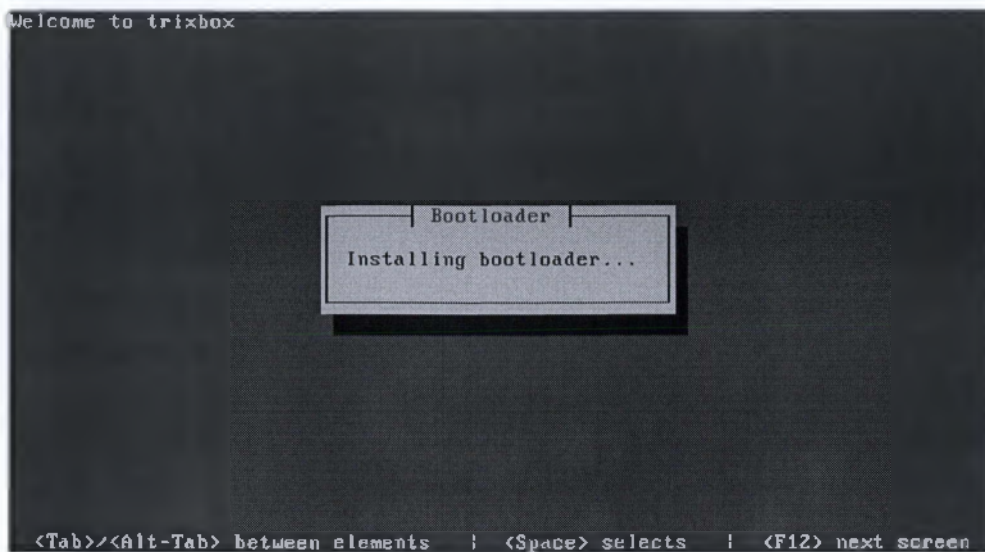
Η διαδικασία της εγκατάστασης ξεκινάει...



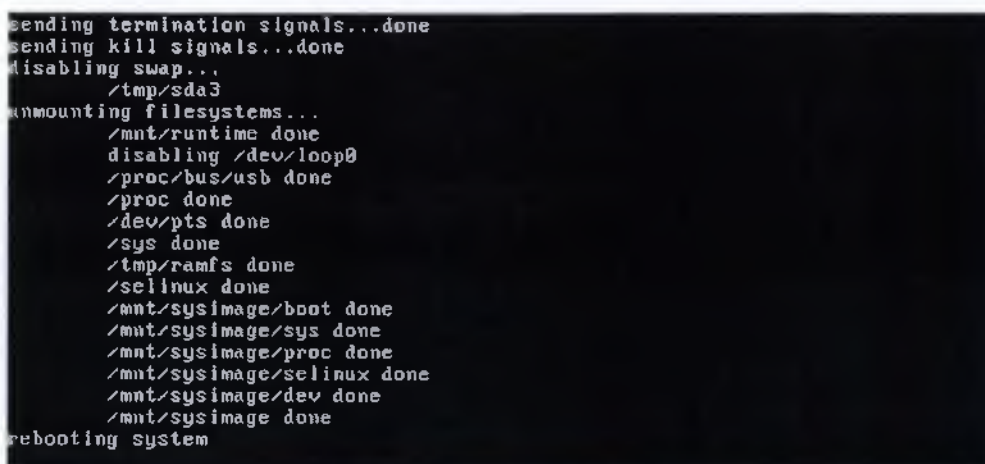
Εγκατάσταση πακέτων. Η εγκατάσταση μας πληροφορεί για τον όνομα του πακέτου που εγκαθίσταται και μια σύντομη περιγραφή αυτού, τον αριθμό εγκατεστημένων και εναπομεινάντων πακέτων καθώς την ώρα που απομένει μέχρι την ολοκλήρωση της εγκατάστασης.



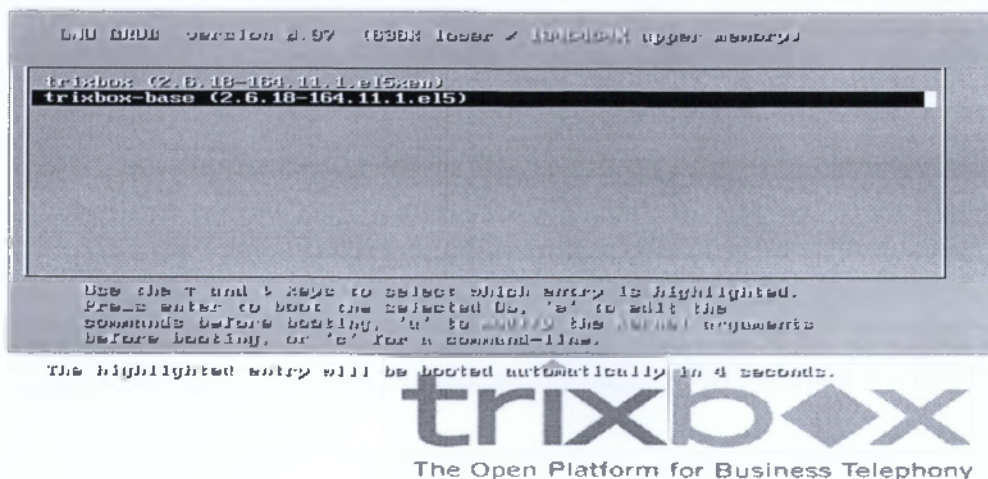
## Εγκατάσταση bootloader...



...και επανεκκίνηση του συστήματος.



Όταν το σύστημα ξεκινήσει και πάλι φορτώνεται ο bootloader.



Κατά την εκκίνηση του λειτουργικού συστήματος, ενημερωνόμαστε για την επιτυχημένη ή μη λειτουργία των services.

```
Starting irqbalance: [ OK ]
Starting portmap: [ OK ]
Starting NFS statd: [ OK ]
Starting RPC idmapd: [ OK ]
Starting system message bus: [ OK ]
Starting Bluetooth services: [ OK ]
Mounting other filesystems: [ OK ]
Starting PC/SC smart card daemon (pcscd): [ OK ]
Starting acpi daemon: [ OK ]
Starting dahdi: Loading DAHDI hardware modules:
wct4xxp: [ OK ]
wctel2xp: [ OK ]
wct1xxp: [ OK ]
wctellxp: [ OK ]
wctdm24xxp: [ OK ]
wcfxo: [ OK ]
wctdm: [ OK ]
wcb4xxp: [ OK ]
wctc4xxp: [ OK ]
xpp_usb: [ OK ]

No hardware timing source found in /proc/dahdi, loading dahdi_dummy
Running dahdi_cfg: [ OK ]
Starting HAL daemon: [ OK ]
```

Η οθόνη σύνδεσης του Trixbox. Μας πληροφορεί επίσης για την IP του συστήματος. Γνωρίζοντας την IP μπορούμε να έχουμε πρόσβαση στο web GUI του Trixbox από κάποιον άλλο υπολογιστή του ίδιου δικτύου, χρησιμοποιώντας απλά ένα φυλλομετρητή ιστοσελίδων (web browser). Το web GUI κάνει εύκολη την παραμετροποίηση του τηλεφωνικού συστήματος καθώς μας παρέχει συγκεντρωτική οπτική εικόνα των ρυθμίσεων που χρειαζόμαστε με τη μορφή μενού.

Το GUI του Trixbox παρουσιάζεται στη συνέχεια. Πρώτα θα δούμε πως θα εγκαταστήσουμε *γραφικό περιβάλλον* στο σύστημα μας (δεν περιλαμβάνεται στις διανομές του Trixbox) για να μπορούμε να διαχειριζόμαστε το τηλεφωνικό μας σύστημα από το GUI χωρίς την ανάγκη ύπαρξης άλλου υπολογιστή.

```
Welcome to trixbox CE
-----
For access to the trixbox web GUI use this URL
eth0 http://192.168.232.134

For help on trixbox commands you can use from this
command shell type help-trixbox.

trixbox1 login: _
```

Αφού συνδεθούμε ως *root*, πληκτρολογούμε την παρακάτω εντολή:

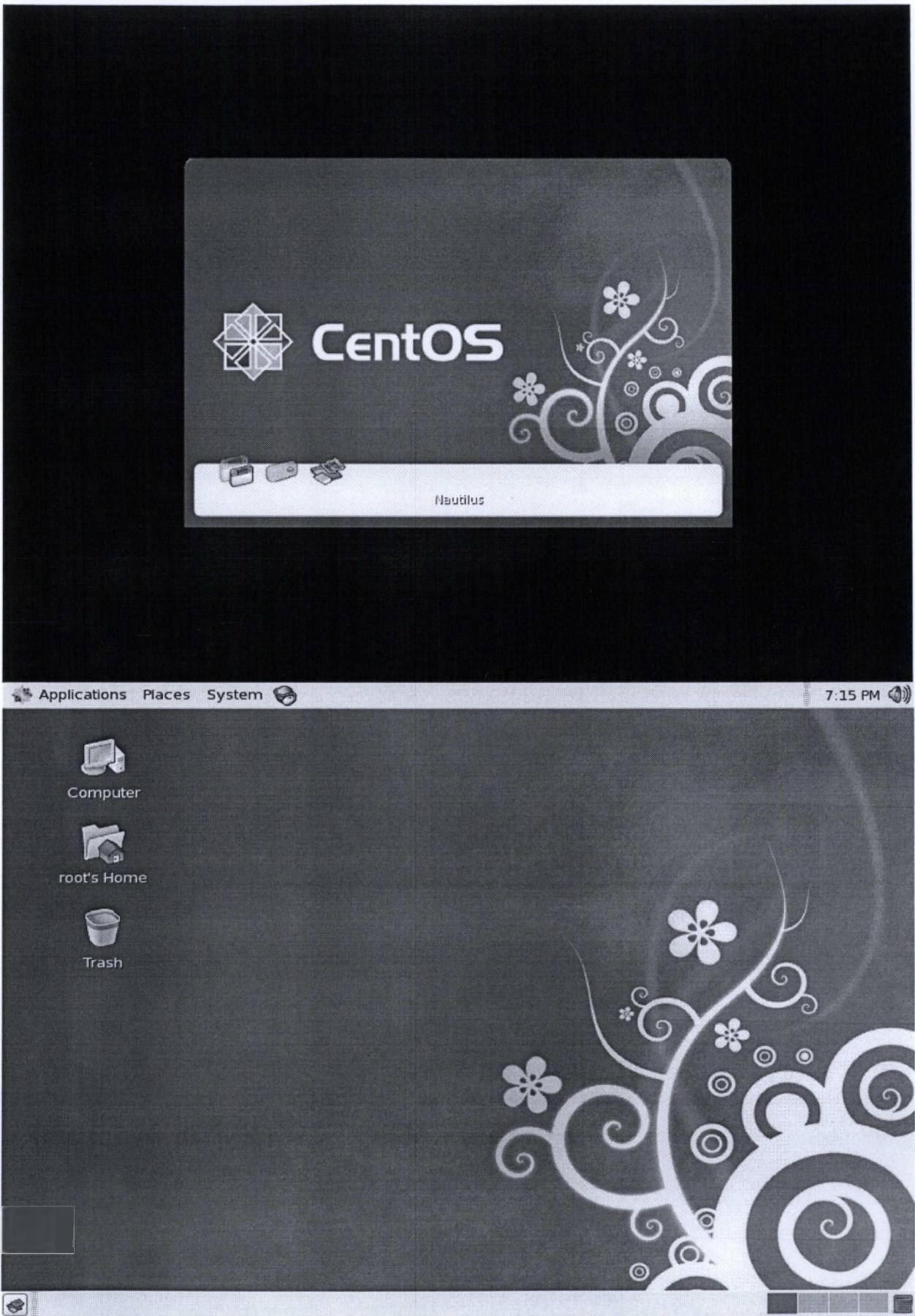
```
yum groupinstall "X Window System" "GNOME Desktop Environment"
```

Επιβεβαιώνουμε το κατέβασμα των πακέτων του Gnome για ξεκινήσει η διαδικασία, συνολικά 221Mb.

```
xorg-x11-server-Xnest           i386 1.1.1-48.76.e15_5.1 updates 1.4 M
xorg-x11-server-utils          i386 7.1-4.fc6 base 164 k
xorg-x11-utils                  i386 7.1-2.fc6 base 116 k
xorg-x11-xkb-utils             i386 1.0.2-2.1 base 176 k
xsri                            i386 1:2.1.0-10.fc6 base 30 k
xulrunner                       i386 1.9.2.11-2.e15 updates 12 M
zenity                          i386 2.16.0-2.e15 base 1.2 M
Updating for dependencies:
NetworkManager                 i386 1:0.7.0-10.e15_5.1 updates 1.0 M
NetworkManager-glib           i386 1:0.7.0-10.e15_5.1 updates 82 k
dbus-glib                       i386 0.73-10.e15_5 updates 161 k
nspr                            i386 4.8.6-1.e15_5 updates 120 k
nss                             i386 3.12.0-1.e15.centos updates 1.1 M
nss-tools                       i386 3.12.0-1.e15.centos updates 1.2 M
openssh                         i386 4.3p2-41.e15_5.1 updates 287 k
openssh-clients                i386 4.3p2-41.e15_5.1 updates 449 k
openssh-server                 i386 4.3p2-41.e15_5.1 updates 269 k
Transaction Summary
-----
Install      246 Package(s)
Upgrade      9 Package(s)
Total download size: 221 M
Is this ok [y/N]:
```

Μετά το κατέβασμα τα πακέτα εγκαθίστανται. Το "Complete!" μας ενημερώνει ότι η διαδικασία τελείωσε επιτυχώς. Πλέον μπορούμε να ξεκινήσουμε το CentOS και με το γραφικό περιβάλλον Gnome, με την εντολή **startx**.

```
xorg-x11-drv-vmware.i386 0:10.13.0-2.1
xorg-x11-drv-void.i386 0:1.1.0-3.1
xorg-x11-drv-voidoo.i386 0:1.1.0-3.1
xorg-x11-fonts-base.noarch 0:7.1-2.1.e15
xorg-x11-server-Xnest.i386 0:1.1.1-48.76.e15_5.1
xorg-x11-server-utils.i386 0:7.1-4.fc6
xorg-x11-utils.i386 0:7.1-2.fc6
xorg-x11-xkb-utils.i386 0:1.0.2-2.1
xsri.i386 1:2.1.0-10.fc6
xulrunner.i386 0:1.9.2.11-2.e15
zenity.i386 0:2.16.0-2.e15
Dependency Updated:
NetworkManager.i386 1:0.7.0-10.e15_5.1
NetworkManager-glib.i386 1:0.7.0-10.e15_5.1
dbus-glib.i386 0:0.73-10.e15_5
nspr.i386 0:4.8.6-1.e15_5
nss.i386 0:3.12.0-1.e15.centos
nss-tools.i386 0:3.12.0-1.e15.centos
openssh.i386 0:4.3p2-41.e15_5.1
openssh-clients.i386 0:4.3p2-41.e15_5.1
openssh-server.i386 0:4.3p2-41.e15_5.1
Complete!
[trixbox1.localdomain ~]# startx_
```

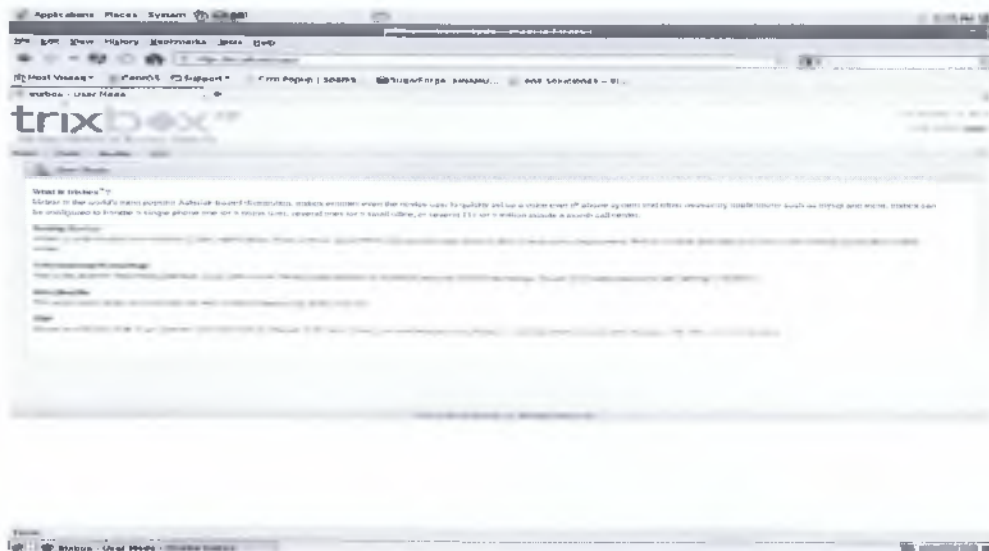


Το λειτουργικό σύστημα μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να ξεκινάει απευθείας σε γραφικό περιβάλλον. Αυτό μπορεί να γίνει αλλάζοντας στο αρχείο `/etc/inittab` τη γραμμή:

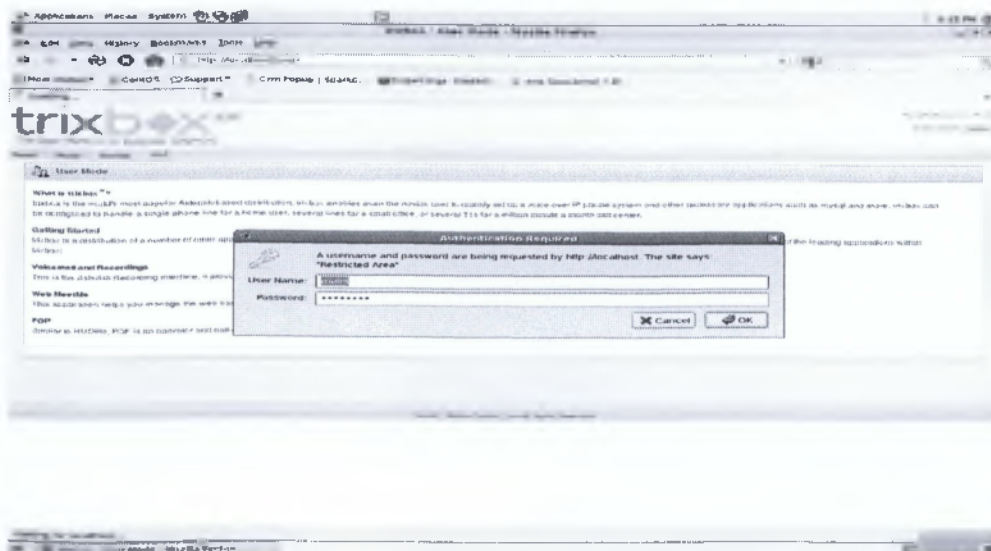
```
id:3:initdefault: σε id:5:initdefault: .
```

## Σύνδεση στο Trixbox

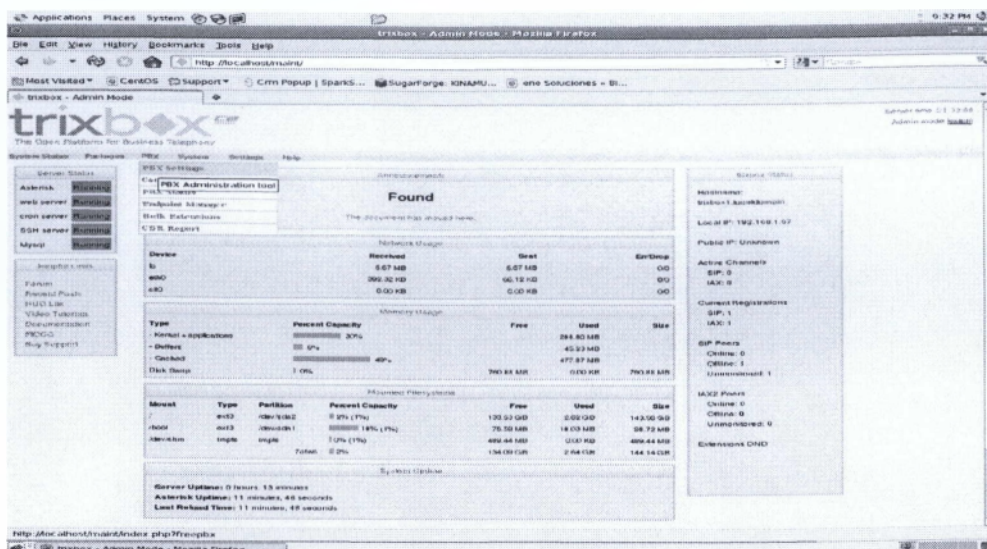
Μπορούμε πλέον να συνδεθούμε στο περιβάλλον του Trixbox και από το ίδιο το τηλεφωνικό σύστημα. Αφού πληκτρολογήσουμε στη γραμμή διεύθυνσης κάποιου φυλλομετρητή `localhost`, ο `apache` θα μας απαντήσει με την ακόλουθη σελίδα.



Επιλέγουμε το switch για να συνδεθούμε ως διαχειριστής (maint). Για να συνδεθούμε χρησιμοποιούμε στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται ως όνομα χρήστη το `maint` και συνθηματικό το `password`.

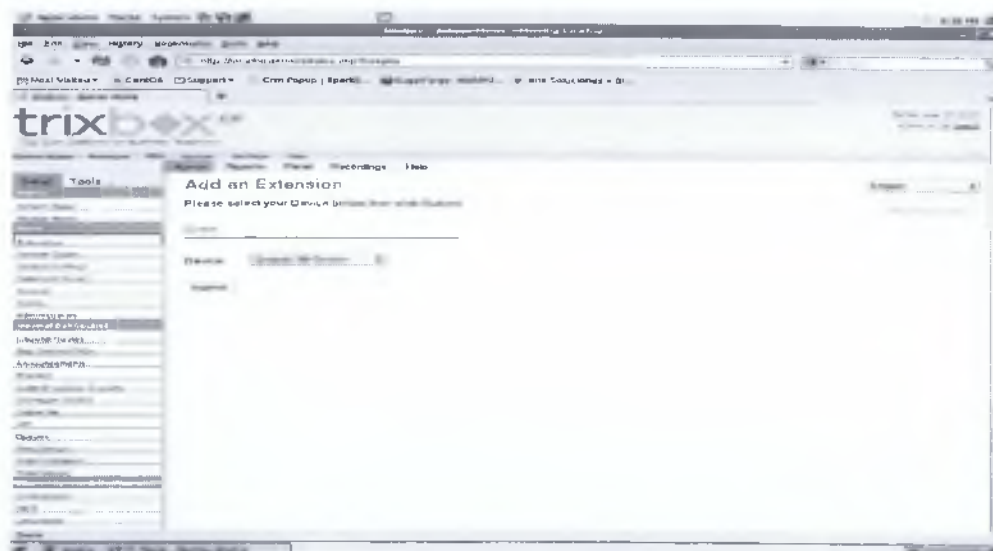


## Η οθόνη της κατάστασης συστήματος.



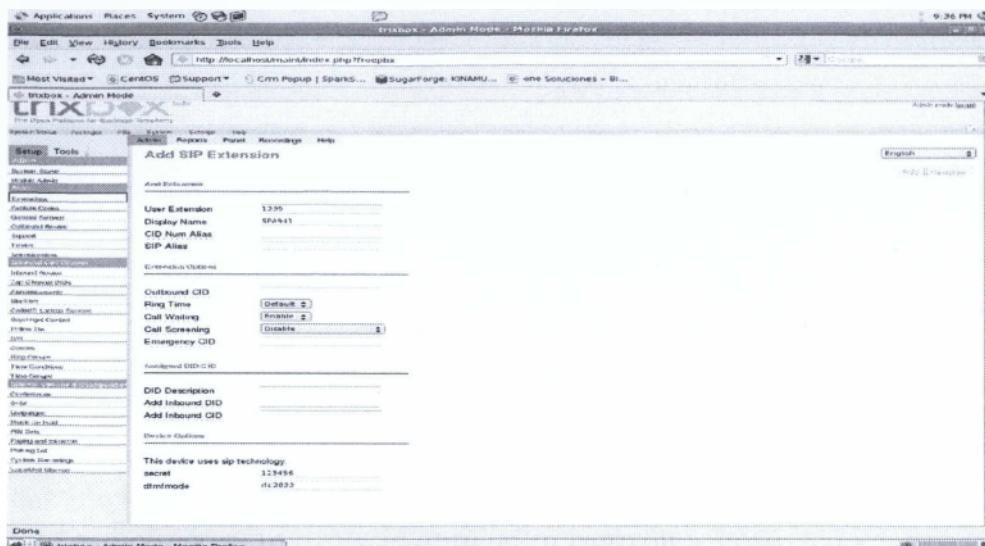
## Δημιουργία Extension

Για να δημιουργήσουμε ένα Extension στο τηλεφωνικό σύστημα επιλέγουμε στην καρτέλα "setup" του μενού αριστερά, "Extension". Στη συνέχεια επιλέγουμε το είδος της συσκευής που θα συνδεθεί στο Extension που δημιουργούμε. Στο παράδειγμα μας συνδέσαμε μια SIP IP τηλεφωνική συσκευή.





Κάνοντας κλικ στο κουμπί “submit” ξεκινάει ο οδηγός ρυθμίσεων. Επιλέγουμε τον αριθμό που θα αντιστοιχίσουμε στο Extension, στο πεδίο “User Extension” και το όνομα που θα εμφανίζεται, στο πεδίο “Display Name”. Επίσης επιλέγουμε ένα κωδικό για το πεδίο secret. Τα στοιχεία αυτά θα τα εισάγουμε αργότερα και στο τηλέφωνο.

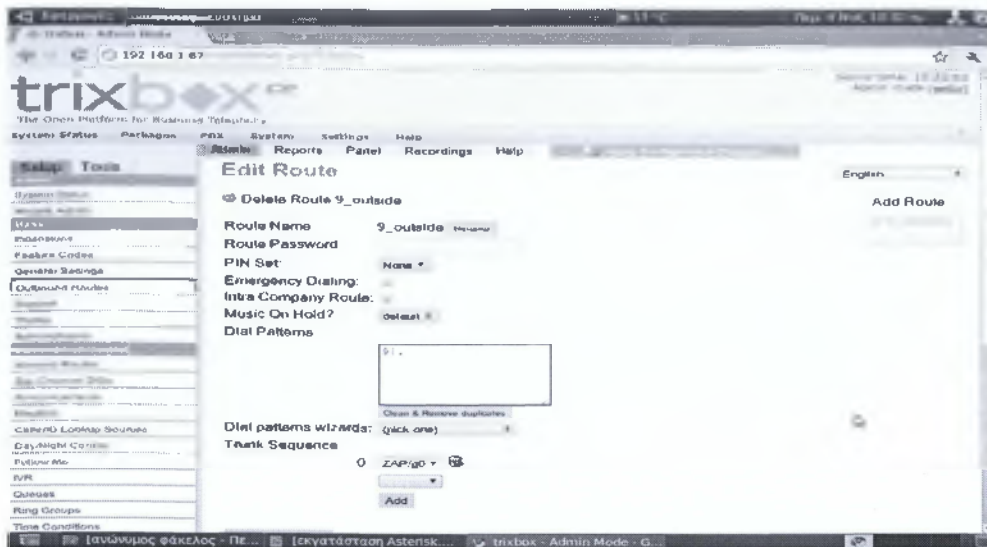


Αφού ολοκληρώσουμε τις ρυθμίσεις, κάνουμε κλικ στο κουμπί “submit” στο κάτω μέρος του παραθύρου. Για να δημιουργήσουμε επιπλέον Extension εκτελούμε ξανά τον οδηγό. Στο δεξιά πλευρά της βλέπουμε τα Extension που έχουμε δημιουργήσει ήδη και μπορούμε να τα επιλέξουμε για να προβάλουμε ή να αλλάξουμε τις ρυθμίσεις τους.

Κάθε φορά που ολοκληρώνουμε κάποια αλλαγή στις ρυθμίσεις του τηλεφωνικού συστήματος, εμφανίζεται στο πάνω μέρος του παραθύρου πλαίσιο με πορτοκαλί φόντο, το οποίο αναγράφει: “Apply Configuration Changes”. Όπως αναφέρει, πρέπει να επαναφορτωθεί το Trixbox για να ισχύσουν οι αλλαγές που πραγματοποιήσαμε.

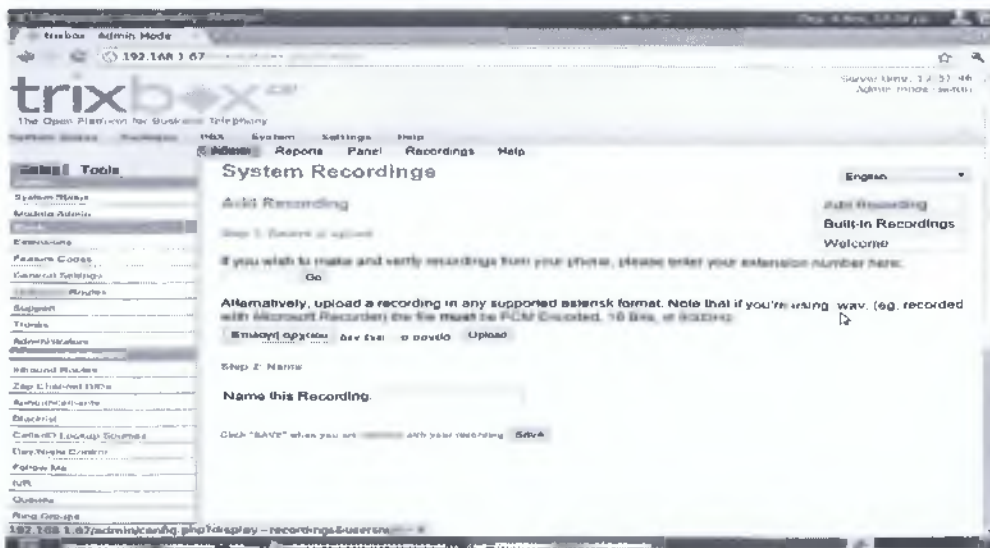
## Outbound Routes

Στο τμήμα “Basic” επιλέγουμε το “Outbound Routes” και βλέπουμε ότι υπάρχει εξ’ ορισμού κάποιος κανόνας με όνομα “0 9\_outside”. Επιλέγουμε το όνομα αυτό για να προβάλουμε τις ρυθμίσεις του. Βλέπουμε ένα πεδίο κειμένου με όνομα “Dial Patterns” που αναγράφει το κανόνα “9|.”. Αυτό σημαίνει ότι για να καλέσουμε εξωτερικές γραμμές πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το πρόθεμα εννέα (9). Δεν χρειάζεται να κάνουμε κάποια αλλαγή στις ρυθμίσεις αυτές.



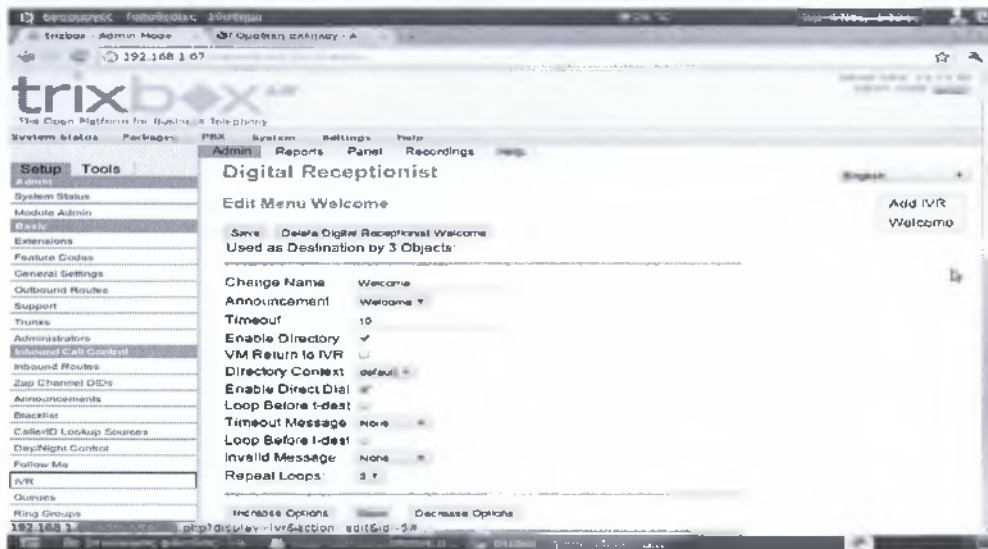
## Δημιουργία ηχογράφησης για χρήση της στο IVR

Είναι ώρα να αποθηκεύσουμε στο τηλεφωνικό σύστημα ένα ηχογραφημένο μήνυμα ώστε να το χρησιμοποιήσουμε στο ορισμό του IVR. Στο τμήμα **“Internal Options & Configuration”** συναντάμε την επιλογή **“System Recordings”**. Επιλέγουμε **“Add Recording”** για να ανοίξει η φόρμα της προσθήκης ηχογράφησης. Αφού ανοίξει βρίσκουμε το πεδίο επιλογής αρχείου και επιλέγουμε το **“Επιλογή Αρχείου”**. Στο παράθυρο διάλογου του λειτουργικού συστήματος αναζητούμε το αρχείο του ηχογραφημένου μηνύματος και αφού το εντοπίσουμε επιλέγουμε **“upload”**. Στο πεδίο **“Name this Recording”** θα δώσουμε ένα όνομα στην ηχογράφιση ώστε να μπορούμε να τη βρούμε στη συνέχεια, για παράδειγμα **“Welcome”**.

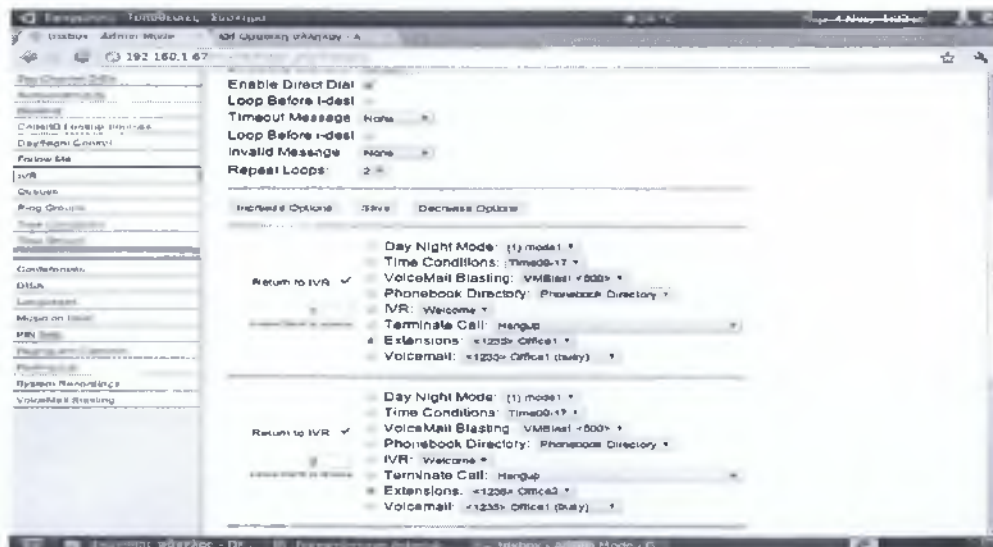


## Δημιουργία IVR

Στο τμήμα “Inbound Call Control” επιλέγουμε “IVR” και στη συνέχεια “Add IVR”. Στο πεδίο “Change Name” της φόρμας που θα ανοίξει μετονομάζουμε το IVR από “Unnamed” σε “Welcome”. Στη συνέχεια στη λίστα του πεδίου “Announcement” αναζητάμε την ηχογράφιση που ορίσαμε προηγουμένως.

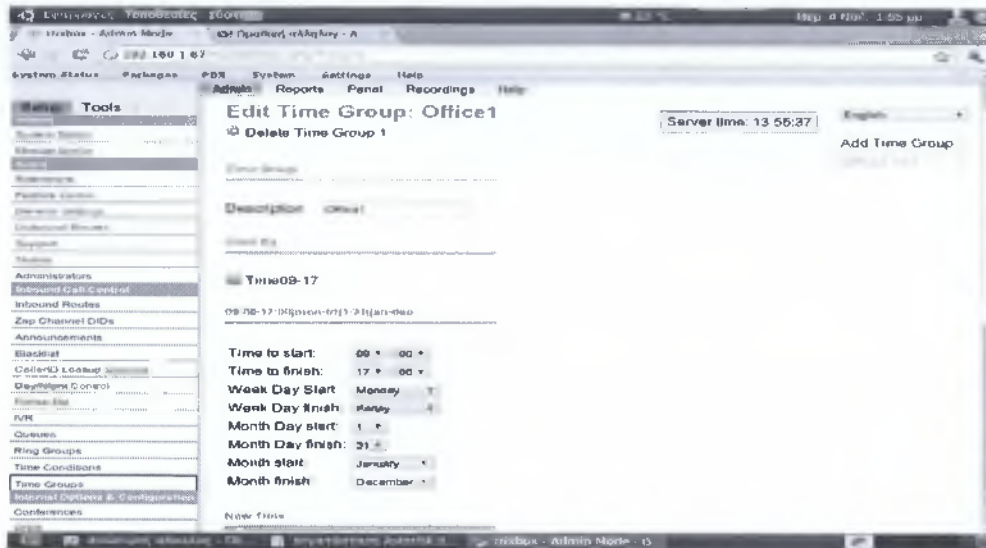


Στο επόμενο τμήμα ρυθμίσεων αυτής της σελίδας ορίζονται τα πλήκτρα και η λειτουργία τους. Καθένα από τα τμήματα της εταιρείας θα πρέπει να έχει το δικό του πλήκτρο στο IVR, εφόσον βέβαια επιθυμούμε την πρόσβαση στα τηλέφωνα των τμημάτων αυτών και από εξωτερικές γραμμές. Το τμήμα πωλήσεων για παράδειγμα θα αντιστοιχηθεί με το ένα (1) ενώ το τμήμα υποστήριξης με το δύο (2). Και για τις δύο επιλογές Επιλέγουμε το “Extensions” και το αριθμό του Extension που ταιριάζει σε κάθε περίπτωση.



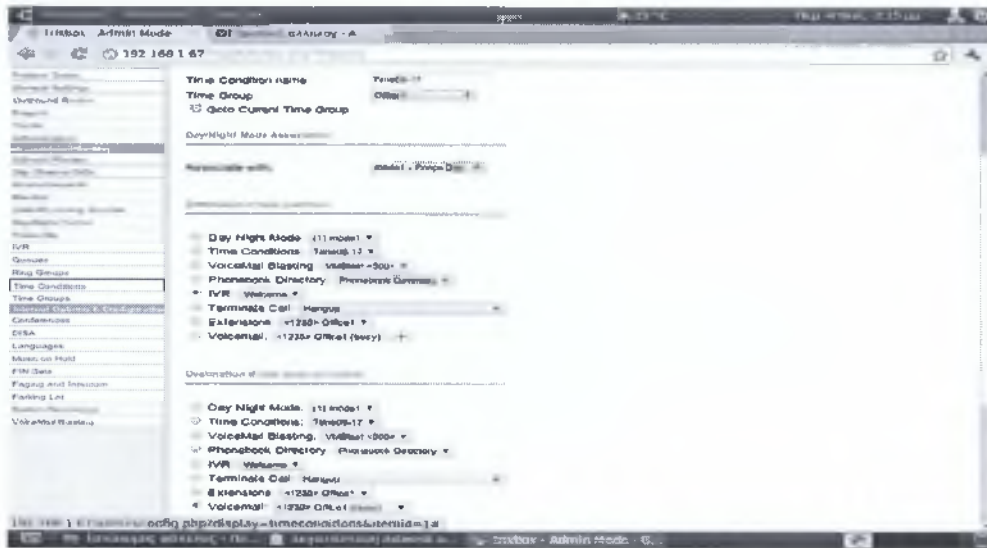
## Δημιουργία Time Group

Με το Time Group μπορούμε να ορίσουμε το διάστημα των ωρών κατά το οποίο το τηλεφωνικό κέντρο θα δέχεται κλήσεις από εξωτερικά τηλέφωνα. Αφού βρούμε την αντίστοιχη επιλογή και επιλέξουμε “**Add Time Group**”, μπορούμε να τροποποιήσουμε το εύρος της πρόσβασης κατά την ημέρα, την εβδομάδα, το μήνα και το χρόνο.



## Δημιουργία Time Condition

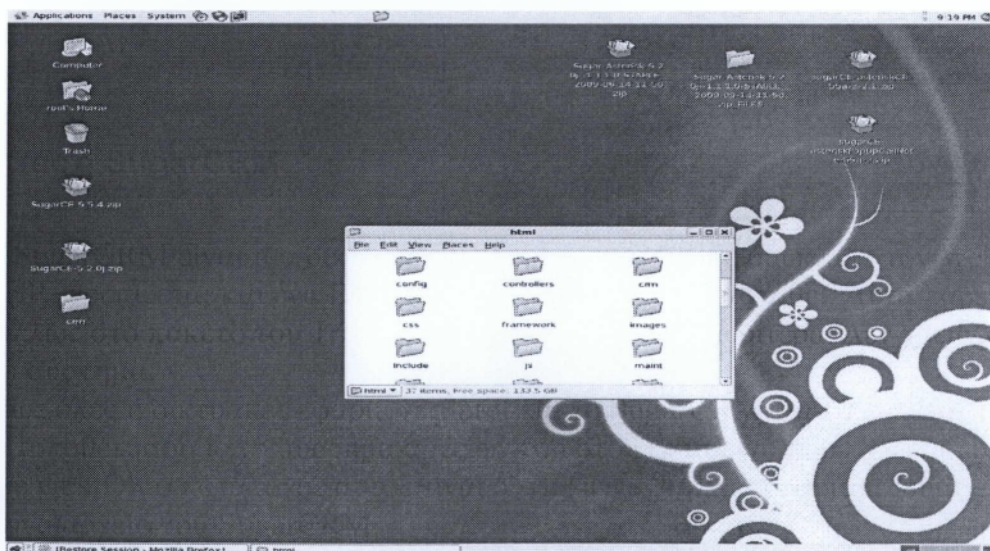
Έχοντας ορίσει ένα Time Group, μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για να δημιουργία ενός Time Condition. Το Time Condition θα προωθεί τις κλήσεις ανάλογα με το αν βρίσκονται εντός των κανόνων ώρας του Time Group ή όχι. Στο παράδειγμα μας, τις κλήσεις εντός του Time Group θα απαντά το IVR, διαφορετικά θα προωθούνται στον τηλεφωνητή. Αφού επιλέξουμε “**Time Conditions**” και “**Add Time Condition**”, ορίζουμε όνομα για αυτό στο πεδίο και το συνδέουμε με το Time Group που δημιουργήσαμε προηγουμένως, αναζητώντας το στο πεδίο “**Time Group**”. Στο “**Destination if time matches:**”, επιλέγουμε “**IVR**” ενώ στο “**Destination if time does not match:**”, επιλέγουμε “**Voicemail**” και το Extension το voicemail του οποίου θα χρησιμοποιηθεί.



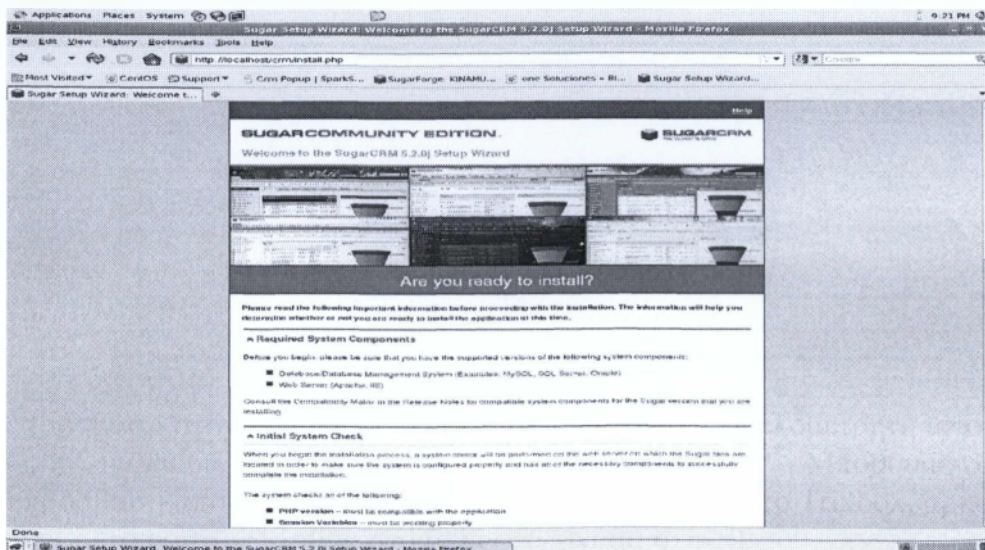
## Εγκατάσταση SugarCRM

Το SugarCRM είναι μια δικτυακή PHP εφαρμογή. Εκτός όμως από τον Web Server και την PHP, χρειάζεται και ένα Database Server για να εγκατασταθεί. Αυτά παρέχονται ούτως ή άλλως στο πακέτο του Trixbox που εγκαταστήσαμε νωρίτερα. Δεν χρειαζόμαστε ξεχωριστό σύστημα.

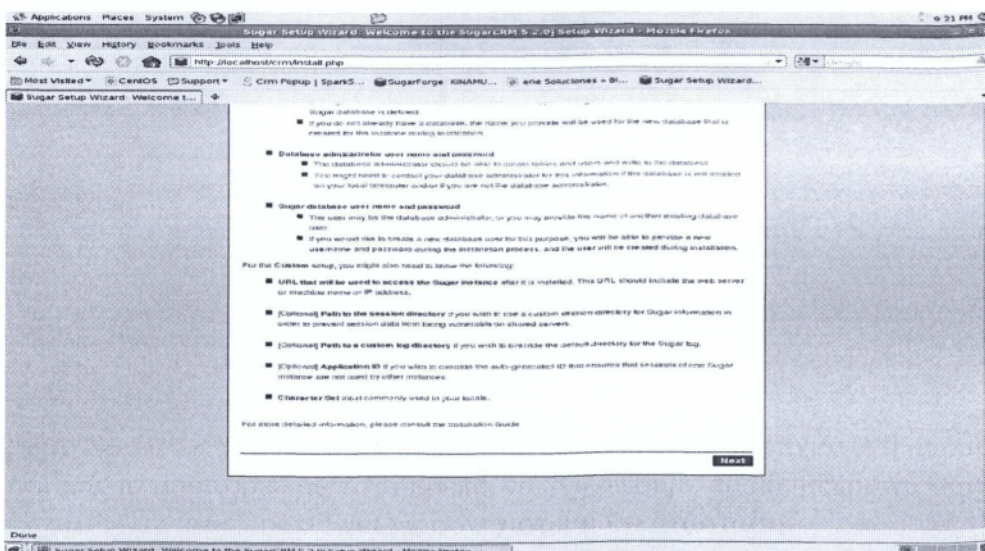
Όπως όλες η δικτυακές εφαρμογές, έτσι και το SugarCRM για να εγκατασταθεί πρέπει να τοποθετήσουμε το σύστημα αρχείων του στον κατάλογο που “βλέπει” ο Web Server. Στο CentOS ο κατάλογος αυτός είναι ο `/var/www/html`. Αποσυμπιέζουμε εκεί το συμπιεσμένο αρχείο του SugarCRM.



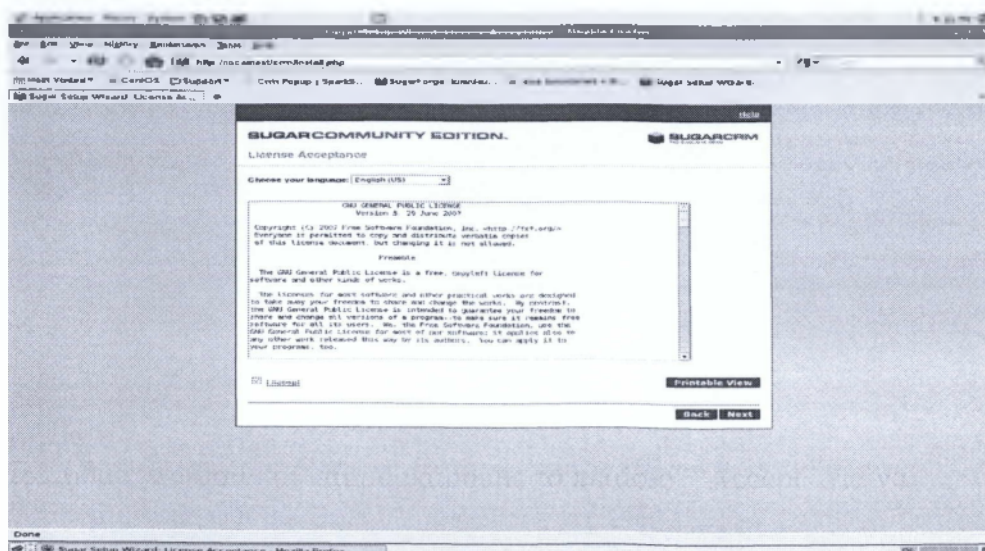
Για πρόσβαση στο SugarCRM πληκτρολογούμε σε ένα φυλλομετρητή ιστού “localhost/crm” ή από διαφορετικό σύστημα “http://server-IP/crm”. Μπορούμε να έχουμε ακόμα και πρόσβαση από το διαδίκτυο, τόσο στο CRM όσο και στο Trixbox, αρκεί να έχουμε ρυθμίσει το port forwarding στο router να γίνεται στην IP του server.



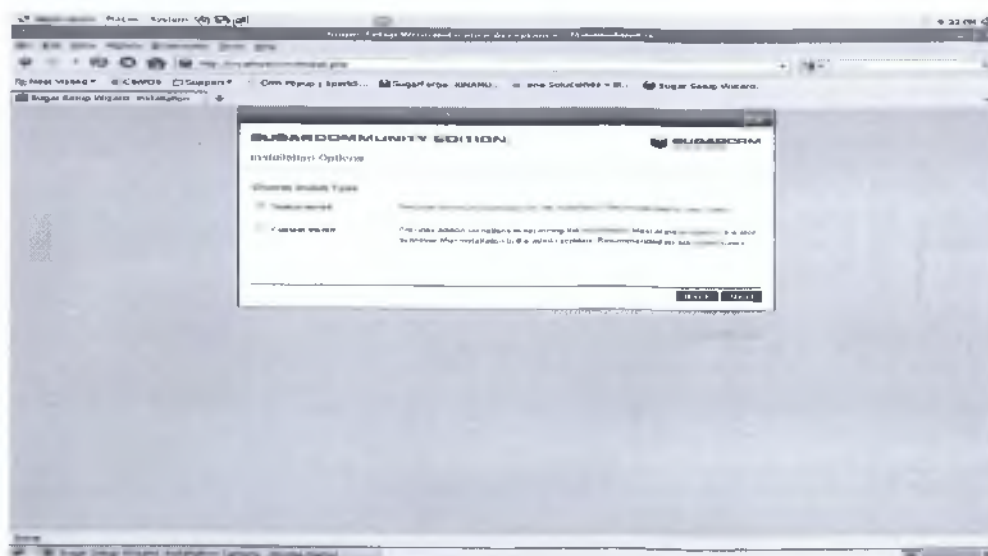
Όταν το SugarCRM δεν είναι ακόμα εγκατεστημένο θα εμφανιστεί η ακόλουθη σελίδα, όπου μας πληροφορεί για το τι πρέπει να γνωρίζουμε προκειμένου να συνεχίσουμε την εγκατάσταση. Πατάμε “next” για να συνεχιστεί η εγκατάσταση.



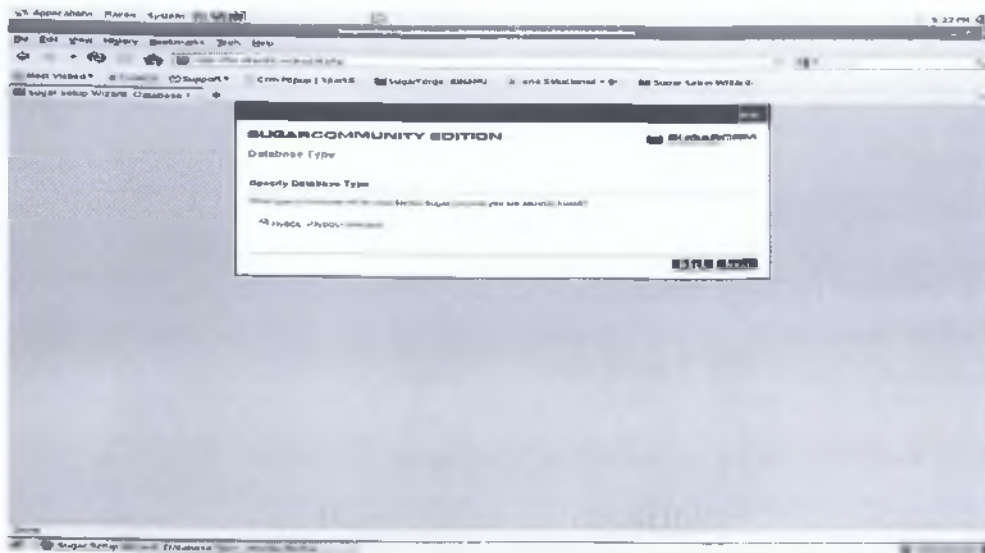
Επιλέγουμε γλώσσα και και μαρκάρουμε το πλαίσιο “Accept” για να συμφωνήσουμε με τους όρους.



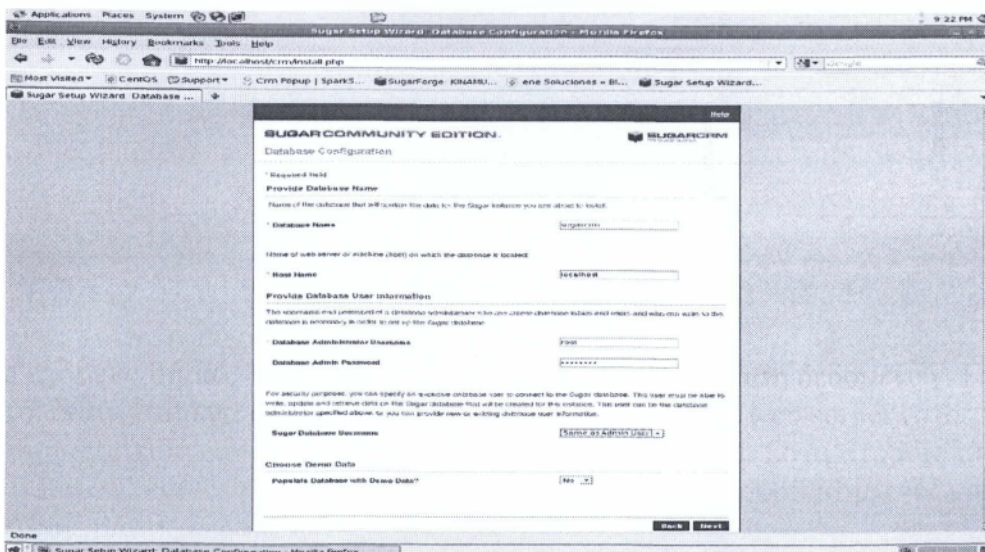
Επιλέγουμε “Typical Install”.



## Επιλέγουμε τον τύπο της Βάσης Δεδομένων (MySQL).

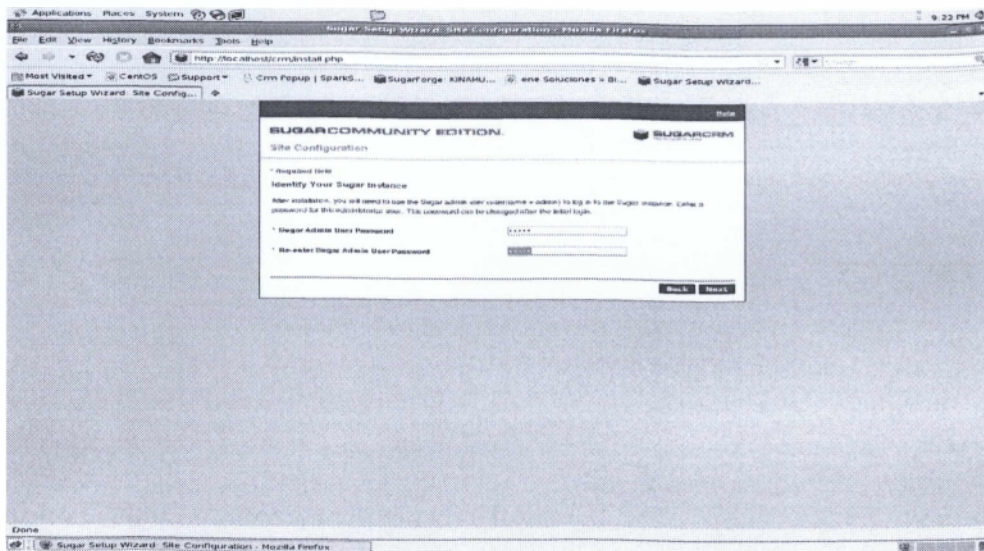


Στο επόμενο βήμα γίνεται ρύθμιση της σύνδεσης με τη βάση δεδομένων. Για το σκοπό αυτό απαιτείται ένα όνομα για τη βάση, το hostname του web server (στο παράδειγμα μας επειδή όπως προαναφέραμε ο database server θα είναι στο ίδιο μηχάνημα θα είναι localhost), καθώς και το όνομα χρήστη και ο κωδικός πρόσβασης ενός χρήστη-διαχειριστή της βάσης δεδομένων.

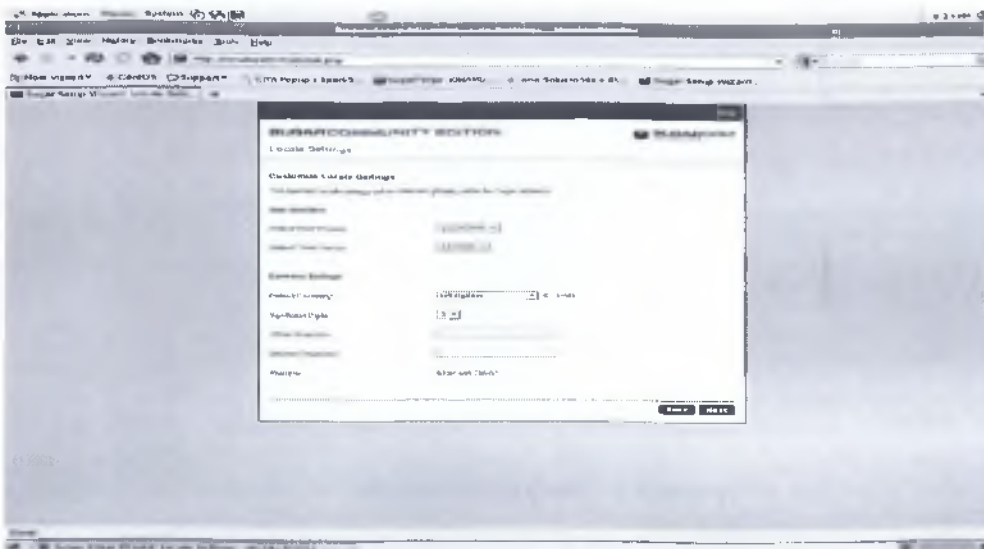




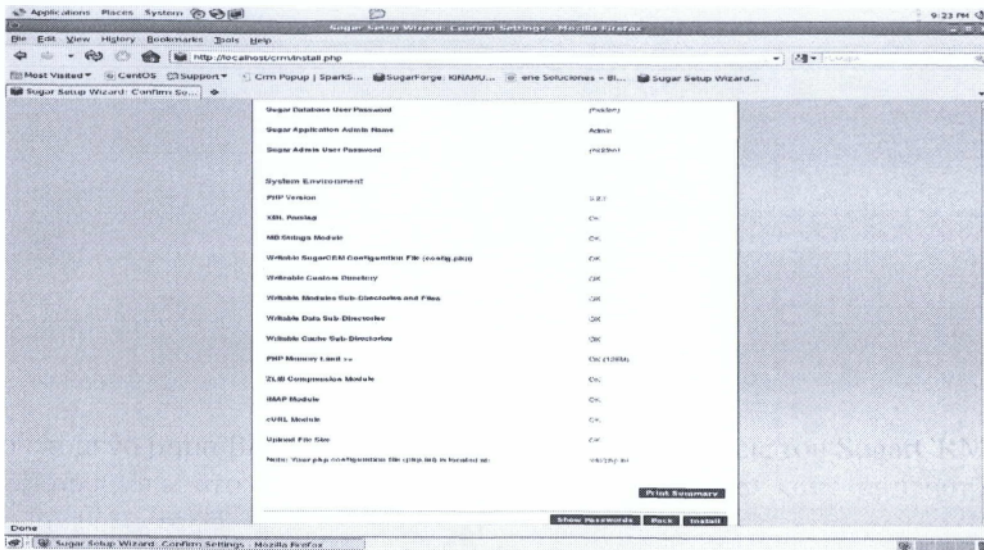
## Ορισμός κωδικού διαχειριστή για το CRM.



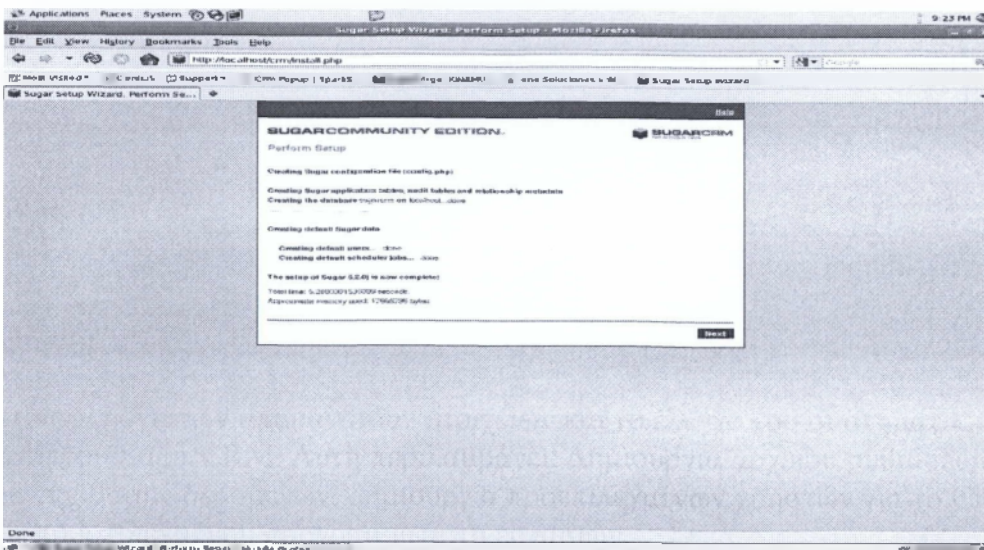
Προσαρμογή των τοπικών ρυθμίσεων: μορφής ημερομηνίας και ώρας, νομίσματος κλπ.



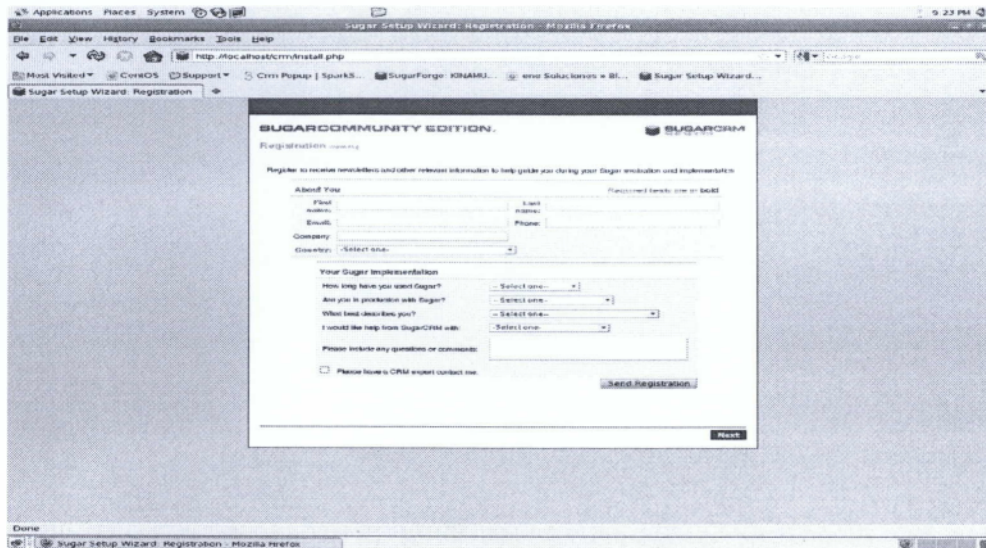
Στο επόμενο βήμα βλέπουμε συνοπτικά όλες τις απαιτήσεις του SugarCRM σε modules και ρυθμίσεις στο σύστημα μας. Το μήνυμα OK δίπλα σε κάθε απαίτηση, αν μετά τον έλεγχο βρεθεί εντάξει.



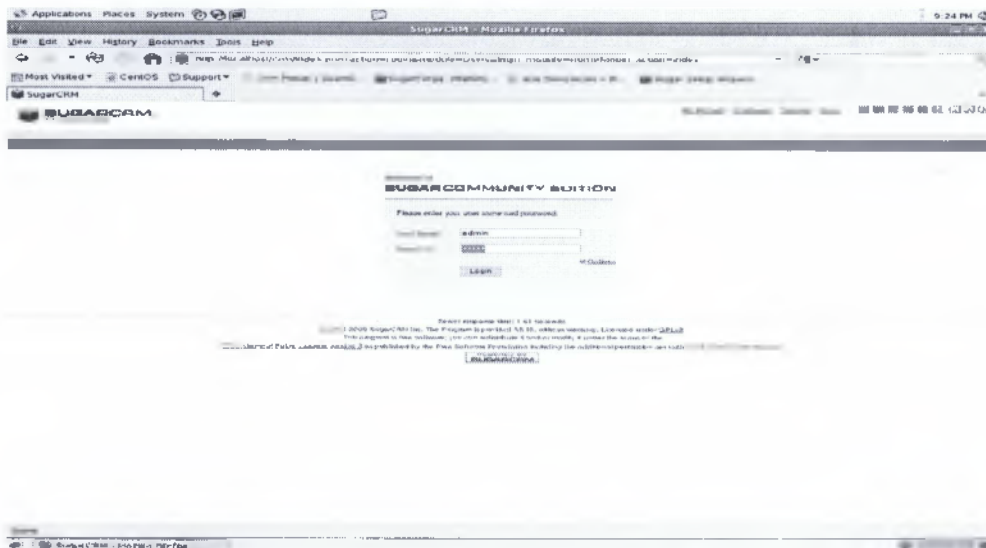
Μετά συλλογή των απαραίτητων στοιχείων και το έλεγχο του συστήματος γίνεται η εγκατάσταση του SugarCRM. Αυτή περιλαμβάνει: Δημιουργία αρχείου ρυθμίσεων, δημιουργία της βάσης δεδομένων, δημιουργία προεπιλεγμένων χρηστών για το CRM, δημιουργία προεπιλεγμένου προγραμματιστή εργασιών.



Το βήμα της εγγραφής είναι προαιρετικό,



Πλέον μπορούμε να συνδεθούμε στο SugarCRM. Χρησιμοποιούμε τα στοιχεία που έχουμε ορίσει σε προηγούμενο βήμα.



Κατά την πρώτη είσοδο μας στο SugarCRM πρέπει να επιλέξουμε την ζώνη ώρας. Από το βήμα αυτό είμαστε έτοιμοι να το χρησιμοποιήσουμε.



## ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Οι μελλοντικές επεκτάσεις μπορεί να σχετίζονται με τους εξής τομείς.

- Αύξηση των εσωτερικών γραμμών (extensions).
- Αλλαγή τηλεφωνικής γραμμής σε ISDN για υποστήριξη περισσότερων εξωτερικών γραμμών και βελτιστοποίηση της ποιότητας της ομιλίας μέσω της οριστικής καταπολέμησης της ηχούς.
- Μεγαλύτερη αλληλεπίδραση Tribox-CRM. Εμφάνιση αναδυόμενου παραθύρου στο τερματικό του χρήστη με πληροφορίες για τον καλών αριθμό από το CRM.

# BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. Public switched telephone network  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Pstn>
- [2]. Business telephone system  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Pbx>
- [3]. P. Mahler. (2003). VoIP Telephony with Asterisk, ISBN 09759992-0-6.
- [4]. Benjamin Jackson , Champ Clark III , Larry Chaffin , Johnny Long , Asterisk Hacking, 2007, ISBN: 978-1-59749-151-8
- [5]. Jim Van Meggelen, Leif Madsen, Jared Smith, Asterisk - The future of telephony
- [6]. Johnny Long, Larry Chaffin, Asterisk Hacking
- [7]. Colman Carpenter, David Duffett, Nik Middleton, Ian Plain, Asterisk 1.4 : The Professional's Guide
- [8]. Barrie Dempster , Kerry Garrison, TrixB0x Made Easy
- [9]. Ben Sharif, TRIXBOX-2 without Tears  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Voice\\_over\\_Internet\\_Protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Voice_over_Internet_Protocol)
- [10]. Voice Over IP - Per Call Bandwidth Consumption  
[http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk698/technologies\\_tech\\_note09186a0080094ae2.shtml](http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk698/technologies_tech_note09186a0080094ae2.shtml)
- [11]. <http://www.asterisk.org/>
- [12]. AX-100P-Trixb0x 2.8.0.1-Dahdi-User Manual-V1.0-EN
- [13]. <http://fonality.com/trixbox/>
- [14]. <http://www.sugarforge.org/>
- [15]. <http://en.wikipedia.org/wiki/SugarCRM>

[16]. Christopher, M., Payne, A. & Ballantyne, D. (2002). Relationship Marketing: Creating Stakeholder Value, 2nd edition, Oxford: Butterworth-Heinemann, ISBN 0 7506 4839 2.

[17]. Stokes D., Lomax W. (2001). Taking Control of Word-ofMouth Marketing: The Case of an Entrepreneurial Hotelier , KINGSTON BUSINESS SCHOOL, ISBN No. 1-872058-08-6.