



**Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης**

**Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών**

**Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής & Πολυμέσων**



**Πτυχιακή Εργασία**

**Τίτλος: Θεωρητική Μελέτη του Asterisk αναφορικά με τα  
πρωτόκολλα VOIP και SIP**

**Βάγιας Δημήτριος (311)**

Επιβλέπων καθηγητής: Μαλάμος Αθανάσιος

Επιτροπή Αξιολόγησης :

Ημερομηνία παρουσίασης :

## Abstract

Asterisk is software that turns an ordinary computer into a communications server. Asterisk powers IP PBX systems, VoIP gateways, conference servers and many others. It is used by small businesses, large businesses, call centers, carriers and governments worldwide. It is free of charge and open source.

We are talking about a complete PBX, that runs on [Linux](#), [Windows](#) and other operating systems providing additional functionality in comparison with common PBX systems. Asterisk does voice over IP and is compatible with multiple communication protocols such as SIP, IAX, H.323, MGCP, SCCP, etc.

The advantage of using such a technology is the limited cost from licenses (as far as it is free software), as well as the relatively inexpensive hardware which is necessary for the infrastructure. It provides many telecommunication services like Call Conferencing, Interactive Voice Response, Call Queuing and many others.

## Σύνοψη

Το Asterisk είναι ένα λογισμικό χρησιμοποιώντας το οποίο μπορεί κανείς να μετατρέψει έναν κοινό υπολογιστή σε έναν τηλεπικοινωνιακό διακομιστή. Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη τηλεφωνικών συστημάτων, VoIP gateways και πληθώρα τηλεπικοινωνιακών, εξατομικευμένων εφαρμογών. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται σήμερα από πολλαπλές επιχειρήσεις και οργανισμούς σε όλο τον κόσμο για την ανάπτυξη τηλεφωνικών κέντρων και την κάλυψη των εκάστοτε τηλεπικοινωνιακών αναγκών. Ένα βασικό χαρακτηριστικό του Asterisk είναι ότι ανήκει στην κατηγορία του ελεύθερου λογισμικού και αναπτύσσεται δυναμικά, όπως ισχύει στις περιπτώσεις προγραμμάτων ανοικτού κώδικα.

Πρόκειται λοιπόν για ένα πλήρες τηλεφωνικό κέντρο που αναπτύσσεται σε Linux, είτε και σε Windows και παρέχει επιπρόσθετη λειτουργικότητα σε σύγκριση με τα κλασικά τηλεφωνικά κέντρα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τα πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπως είναι το SIP, IAX, H.323, MGCP, SCCP, κτλ. Εξ αυτών το ευρέως χρησιμοποιούμενο είναι το SIP, καθώς παρουσιάζει καλύτερα επίπεδα συμβατότητας και αναμένεται μελλοντικά να επικρατήσει.

Το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που απορρέει από τη χρήση του Asterisk έγκειται στην παροχή προηγμένων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών σε συνδυασμό με τη μείωση των δαπανών από τις άδειες χρήσης, αλλά και από το σχετικά μειωμένο κόστος κτήσης του απαραίτητου εξοπλισμού.

# Πίνακας Περιεχομένων

<a href="#">Εισαγωγή:</a>	4
<a href="#">Περίληψη:</a>	4
<a href="#">Σκοπός και στόχοι εργασίας:</a>	5
<a href="#">Δομή εργασίας:</a>	6
<a href="#">Μεθοδολογία Υλοποίησης:</a>	7
<a href="#">Μέθοδος Ανάλυσης &amp; Ανάπτυξης Πτυχιακή:</a>	8
<a href="#">Σχέδιο Δράσης για την εκπόνηση της εργασίας:</a>	9
<a href="#">State of the Art:</a>	9
<a href="#">Σημαντικοί στόχοι για την ολοκλήρωση της πτυχιακή:</a>	9
<a href="#">Asterisk:</a>	10
<a href="#">Βασικά Χαρακτηριστικά:</a>	11
<a href="#">Αρχιτεκτονική:</a>	11
<a href="#">Δημιουργία και Ανάπτυξη του Asterisk :</a>	15
<a href="#">Λειτουργίες και Δυνατότητες του Asterisk:</a>	16
<a href="#">Χρήση του Asterisk :</a>	18
<a href="#">Το Asterisk ως παραδοσιακό PBX :</a>	19
<a href="#">Το Asterisk ως iPBX :</a>	19
<a href="#">Κάλυψη τηλεπικοινωνιακών αναγκών με Asterisk :</a>	20
<a href="#">Asterisk και Switchvox:</a>	21
<a href="#">Asterisk και Διαδικτυακά Τηλέφωνα:</a>	23
<a href="#">Πλεονεκτήματα Προγράμματος:</a>	24
<a href="#">Το μέλλον του Asterisk:</a>	26
<a href="#">Success Stories:</a>	26
<a href="#">Πρωτοκόλλα Επικοινωνίας:</a>	32
<a href="#">VOIP:</a>	33
<a href="#">Πλεονεκτήματα:</a>	33
<a href="#">Τύποι Υπηρεσιών VOIP:</a>	33
<a href="#">SIP-based VOIP:</a>	34
<a href="#">Σχέδιο Πρωτοκόλλου:</a>	36
<a href="#">Πλεονεκτήματα:</a>	37
<a href="#">IAX:</a>	38
<a href="#">H.323:</a>	40
<a href="#">Αποτελέσματα:</a>	40
<a href="#">Μελλοντική Εργασία και Επεκτάσεις:</a>	41
<a href="#">Βιβλιογραφία:</a>	41

## Πίνακας Εικόνων

<a href="#">Εικόνα 1: Τηλεπικοινωνιακή υποδομή Asterisk</a> .....	11
<a href="#">Εικόνα 2: Λογότυπο Asterisk</a> .....	12
<a href="#">Εικόνα 3: Αρχιτεκτονική Asterisk</a> .....	14
<a href="#">Εικόνα 4: Ψηφιακά τηλεφωνικά συστήματα (PBX)</a> .....	32
<a href="#">Εικόνα 5: Τηλεφωνική σύνοδος μέσω SIP</a> .....	35
<a href="#">Εικόνα 6: Χρησιμοποιούμενες μέθοδοι και αποκρίσεις στο SIP</a> .....	36

## Λίστα Πινάκων

<a href="#">Πίνακας 1: Ιστορικοί σταθμοί Asterisk</a> .....	15
<a href="#">Πίνακας 2: Κατηγορίες χρηστών</a> .....	19
<a href="#">Πίνακας 3: Παράγοντες που επηρεάζουν το Asterisk</a> .....	21
<a href="#">Πίνακας 4: Asterisk vs Switchvox</a> .....	22
<a href="#">Πίνακας 5: Σκοπός και κοινό Asterisk</a> .....	23
<a href="#">Πίνακας 6: Σκοπός και κοινό Switchvox</a> .....	23
<a href="#">Πίνακας 7: Asterisk και Softphones</a> .....	24

<a href="#">Πίνακας 8: Εφαρμογές Asterisk σε εκπαιδευτικά ιδρύματα</a> .....	27
<a href="#">Πίνακας 9: Εφαρμογές Asterisk σε δήμους και πόλεις</a> .....	28
<a href="#">Πίνακας 10: Εφαρμογές Asterisk για την παροχή ιατρικών υπηρεσιών</a> .....	29
<a href="#">Πίνακας 11: Εφαρμογές Asterisk για την κάλυψη επιχειρησιακών αναγκών</a> .....	31

## Εισαγωγή

Στα πλαίσια ολοκλήρωσης του προγράμματος σπουδών του τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων που πραγματοποιείται από το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, εκπονήθηκε η παρούσα εργασία, το ακριβές αντικείμενο της οποίας έγκειται στην ερευνητική μελέτη της τεχνολογίας Asterisk, αναφορικά με τα πρωτόκολλα VOIP (Voice Over Internet Protocol) και SIP (Session Initiation Protocol).

Η ευρεία χρήση του Διαδικτύου θεωρείται πλέον αναμφίβολο γεγονός. Έτσι, η τεχνολογία δικτύων και επικοινωνιών, όπως επίσης και οι εφαρμογές τους βρίσκονται στο προσκήνιο, με σκοπό την κάλυψη των διαρκώς αυξανόμενων αναγκών, αλλά και απαιτήσεων των χρηστών του Διαδικτύου.

Μία από τις θεμελιώδεις αυτές ανάγκες είναι και η επικοινωνία. Το Asterisk, αποτελεί μία ραγδαία εξελισσόμενη πλατφόρμα, ένα πλαίσιο εντός του οποίου καθίσταται εφικτή η δημιουργία, καθώς επίσης και η ενσωμάτωση προηγμένων λύσεων τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών.

Η ειδοποιός διαφορά σε σχέση με τις υφιστάμενες λύσεις, και ο λόγος ουσιαστικά για τον οποίο θεωρείται σημαντικό θέμα προς μελέτη, έγκειται στο γεγονός ότι πρόκειται για ένα δημοφιλές πρόγραμμα λογισμικού ανοικτού κώδικα (open source). Έτσι, μπορεί κανείς να το χρησιμοποιήσει χωρίς να απαιτούνται οι σχετικές άδειες (licenses), συνδυάζοντας με αποτελεσματικό τρόπο την τηλεφωνία με το VoIP. Για να αντιληφθεί κανείς τη σημασία του γεγονότος αυτού, αρκεί να αναλογιστεί ότι ο τομέας των τηλεπικοινωνιών κατά κύριο λόγο διέπεται από καθεστώς ιδιοκτησίας, σχεδόν στο σύνολό του [1]. Συνεπώς, το Asterisk, αντιπροσωπεύει μία επαναστατική προσέγγιση στο χώρο των τηλεπικοινωνιών και αποτελεί το μεγαλύτερο open source τηλεφωνικό κέντρο στον κόσμο [2].

- **Περίληψη**

Με την ανάπτυξη του Διαδικτύου, ο όρος «επικοινωνία», αλλά και το περιεχόμενό του άλλαξε σημαντικά. Αρχικά ο Παγκόσμιος Πληροφοριακός Ιστός (web) αποτέλεσε μία

κορυφαία υπηρεσία ενημέρωσης και αντίστοιχου βεληνεκούς υπηρεσία θεωρείται σήμερα η δυνατότητα τηλεφωνίας μέσω Διαδικτύου. Το Asterisk θεωρείται μία σημαντική τηλεπικοινωνιακή πλατφόρμα, που μπορεί να αποτελέσει εργαλείο για την ελεύθερη ανάπτυξη πολλαπλών εφαρμογών, αλλάζοντας τα δεδομένα που ίσχυαν μέχρι πρότινος στο χώρο των τηλεπικοινωνιών.

Η εργασία αυτή, επικεντρώνεται στην ερευνητική αναζήτηση των θεμάτων που αφορούν το Asterisk. Τα ζητήματα αυτά είναι πρωτίστως τεχνολογικά, αλλά ο σκοπός είναι να αναδειχτούν τα πολλαπλά οφέλη του συγκεκριμένου προϊόντος για την κάλυψη εξατομικευμένων αναγκών μίας επιχείρησης ή ενός οργανισμού. Εκτιμάται ότι αυτή είναι η δυναμική του Asterisk, δεδομένου ότι η χρήση του εκτείνεται από τα εκπαιδευτικά και μη κερδοσκοπικά ιδρύματα, έως πολύ σημαντικές επιχειρήσεις παγκόσμιου βεληνεκούς, όπως είναι για παράδειγμα η Google.

- ***Κίνητρο για την Διεξαγωγή της εργασίας***

Η ενασχόληση με προϊόντα λογισμικού ανοικτού κώδικα, είναι πάντα μία πρόκληση για κάθε επίδοξο φοιτητή που διέπεται από τα χαρακτηριστικά της δημιουργικότητας, της φαντασίας, αλλά και της προσφοράς. Το βασικό χαρακτηριστικό της τεχνολογίας που επιλέχθηκε να μελετηθεί, είναι το γεγονός ότι το προϊόν είναι Open Source και Free Software. Συνεπώς, εξ αρχής γνωρίζει κανείς ότι είναι εφικτή η εις βάθος μελέτη, αλλά και δυναμικά ο εμπλουτισμός του προϊόντος, συγκριτικά με την περίπτωση κατά την οποία καταπιάνεται κανείς με εμπορικά προϊόντα. Στην περίπτωση αυτή, μπορεί κανείς μόνο να προβεί στη χρήση του λογισμικού out of the box, ή ενδεχομένως και στην παραμετροποίησή του, στο βαθμό που αυτό επιτρέπεται από το software house που το δημιούργησε. Αντίθετα, μία πλατφόρμα ανοικτού κώδικα, παρέχει το κατάλληλο πλαίσιο για να αναδείξει κανείς σε δεύτερο χρόνο μία δεξιοτεχνία, ή ένα ταλέντο, αναπτύσσοντας εξατομικευμένες εφαρμογές.

Εκτός όμως από το αρχικό αυτό κίνητρο για τη δημιουργία της παρούσας εργασίας, ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που συνέβαλε στην επιλογή του ερευνητικού αντικείμενου, είναι ο εντοπισμός μίας πιθανής μελλοντικής επιχειρηματικής ευκαιρίας, δεδομένου ότι η τεχνολογία Asterisk εκτιμάται ότι στο άμεσο μέλλον θα χρησιμοποιείται τόσο από οικιακούς χρήστες, όσο και από επιχειρήσεις, εξαιτίας του χαμηλού κόστους. Έτσι, η ενασχόληση με ένα ερευνητικό αντικείμενο το οποίο αναμένεται να έχει μεγάλη ανταπόκριση μπορεί να αποτελέσει επιλογή-κλειδί για την επαγγελματική αποκατάσταση ενός προγραμματιστή.

- ***Σκοπός και Στόχοι Εργασίας***

Ο πρωταρχικός σκοπός της εργασίας αυτής, είναι η επιτυχής ολοκλήρωση του προγράμματος σπουδών του τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής & Πολυμέσων. Επιπλέον, πέραν αυτού, με την εκπόνηση της πτυχιακής αυτής εργασίας επιδιώκεται η δημιουργική ενασχόληση με ένα νευραλγικό θέμα, το οποίο έχει πρακτική σημασία, σχετικά με την επικοινωνία μέσω του Διαδικτύου.

Αντιλαμβάνεται λοιπόν κανείς ότι ο σκοπός είναι διττός: αφενός αποτελεί μία υποχρέωση, αφετέρου εκλαμβάνεται ως μία ευκαιρία για την εκμάθηση νέων τεχνολογιών οι οποίες εξελίσσονται με ραγδαίους ρυθμούς και αναμένεται στο άμεσο μέλλον να απασχολήσουν σημαντικά την επιστημονική κοινότητα.

Οι επιμέρους στόχοι που τίθενται και η εκπλήρωσή τους μπορεί να αξιολογηθεί βραχυπρόθεσμα, αλλά και μακροπρόθεσμα, είναι οι εξής:

- Εις βάθος κατανόηση του θεωρητικού υπόβαθρου που σχετίζεται με την επικοινωνία μέσω Διαδικτύου, χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Asterisk,
- Εγκατάσταση του απαραίτητου λογισμικού,
- Διερευνητική ενασχόληση με το πρόγραμμα, αναπτύσσοντας πειραματικά εφαρμογές,
- Αξιολόγηση των ευρημάτων σε θέματα θεωρητικά και πρακτικά συναφή με τη χρήση και τη λειτουργία του Asterisk, αναφορικά με τα πρωτόκολλα VOIP και SIP και τέλος
- Ο μακροπρόθεσμος στόχος της εργασίας, είναι να αποτελέσει «κτήριο» η εν λόγω τεχνολογία και να χρησιμοποιηθεί μελλοντικά ως ένα προσόν για ενασχόληση σε επαγγελματικό επίπεδο.

## • ***Δομή Εργασίας***

Η εργασία αυτή αποτελείται από έξι αυτοτελή κεφάλαια, εκ των οποίων τα τρία πρώτα διαμορφώνουν το υπόβαθρο για την ανάπτυξη της εργασίας. Αντίστοιχα, τα δύο επόμενα πραγματεύονται εξολοκλήρου το θεωρητικό κομμάτι, δηλαδή το Asterisk σαν ένα σύγχρονο τηλεπικοινωνιακό εργαλείο, καθώς επίσης και τα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα τηλεφωνίας μέσω Διαδικτύου.

Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο κεφάλαιο είναι εισαγωγικό και περιλαμβάνει ορισμένες πληροφορίες σε σχέση με την οριοθέτηση του ερευνητικού αντικειμένου, το κίνητρο για την ενασχόληση με το συγκεκριμένο θέμα, καθώς επίσης και τους στόχους που τίθενται.

Το επόμενο κεφάλαιο ονομάζεται «Μεθοδολογία Υλοποίησης» και όπως γίνεται αντιληπτό αναφέρεται στην καταγραφή του τρόπου με τον οποίο αναπτύχθηκε η εργασία. Ωστόσο, δεδομένου ότι πρόκειται για μία θεωρητική / ερευνητική μελέτη, δεν μπορεί να

αποδοθεί με τη μορφή ενός συγκεκριμένου αλγορίθμου ή μέσω μίας σαφώς ορισμένης μεθοδολογίας. Αυτό θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην ανάπτυξη μίας εφαρμογής λογισμικού, περίπτωση όπου ακολουθούνται σαφώς ορισμένα στάδια (ανάλυση, σχεδιασμός, υλοποίηση, έλεγχος, τεκμηρίωση, κτλ). Παρόλα αυτά, η προσέγγιση ήταν από το γενικό στο ειδικό. Με άλλα λόγια επιχειρείται να παρουσιαστεί το θέμα από κάθε δυνατή πλευρά (τεχνολογικά, επιχειρησιακά, αλλά και από την οπτική του χρήστη) μεταβαίνοντας από γενικά θέματα που αφορούν το Asterisk, σε πιο εξειδικευμένα.

Το τρίτο κεφάλαιο ονομάζεται «Σχέδιο δράσης για την εκπόνηση της εργασίας». Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα θέματα σχετικά με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και τον εντοπισμό state of the art θεμάτων και πληροφοριών.

Το τέταρτο κατά σειρά κεφάλαιο είναι ομότιτλο του θέματος της εργασίας και περιλαμβάνει μία ενδελεχή ανασκόπηση της τηλεπικοινωνιακής αυτής πλατφόρμας. Στα πλαίσια αυτά παρατίθενται τα βασικά χαρακτηριστικά του Asterisk, η χρησιμοποιούμενη αρχιτεκτονική, οι σημαντικότεροι ιστορικοί σταθμοί στην ανάπτυξη του προϊόντος, καθώς επίσης και οι παρεχόμενες λειτουργίες. Επιπλέον, γίνεται μία εκτίμηση σε σχέση με την αναμενόμενη εξέλιξη του Asterisk, η οποία διαφαίνεται να είναι σημαντική. Τέλος, ένα σημαντικό κομμάτι του κεφαλαίου αφιερώνεται στην παράθεση ορισμένων χαρακτηριστικών περιπτώσεων επιτυχών υλοποιήσεων Asterisk από οργανισμούς παγκόσμιου βεληνεκούς.

Το επόμενο κεφάλαιο ονομάζεται «Πρωτόκολλα Επικοινωνίας» και αναφέρεται στα υποστηριζόμενα από το Asterisk πρότυπα. Στα πλαίσια αυτά περιγράφονται οι βασικές πληροφορίες σχετικά με το VoIP, το SIP, αλλά και τα H.323 και IAX.

Ολοκληρώνοντας την εργασία, μπορεί κανείς να ενημερωθεί σχετικά με τα βασικά συμπεράσματα που απορρέουν, καθώς επίσης και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα. Τα στοιχεία αυτά εντοπίζονται στο κεφάλαιο «Αποτελέσματα».

Τέλος, στη βιβλιογραφία υπάρχουν οι πρωτογενείς πηγές πληροφόρησης και αποτελεί το σημείο από το οποίο μπορεί κανείς να αναζητήσει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με κάποιο θέμα.

## • Μεθοδολογία Υλοποίησης

Έχοντας προσδιορίσει το συγκεκριμένο θέμα, διαμορφώθηκε ένα πλάνο για τον καθορισμό των απαραίτητων βημάτων που θα έπρεπε να γίνουν έτσι ώστε να ολοκληρωθεί η διαδικασία εκπόνησης της εργασίας. Στα πλαίσια αυτά, χρησιμοποιήθηκε αρχικά η επίσημη ιστοσελίδα που έχει αναπτυχθεί για το Asterisk για την απόκτηση μίας συνολικής εικόνας σχετικά με την εν λόγω τεχνολογία.



Έπειτα, ο ίδιος ιστότοπος αποτέλεσε την πηγή για την απόκτηση του απαραίτητου λογισμικού, έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση. Έχοντας εγκαταστήσει το πρόγραμμα και πραγματοποιώντας τις απαραίτητες ρυθμίσεις, το πρώτο στάδιο ολοκληρώθηκε με επιτυχία. Τα ακριβή βήματα για την παραπάνω ενέργεια παρατίθενται αναλυτικά σε σχετικό εδάφιο της παρούσας εργασίας.

Ωστόσο η εργασία αυτή, μεταξύ άλλων, είχε ως σκοπό, όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, τη μελέτη, την κατανόηση και την παρουσίαση των βασικών θεωρητικών ζητημάτων που άπτονται του γνωστικού αντικείμενου των επικοινωνιών μέσω Διαδικτύου, σε σχέση με τα πρωτόκολλα VOIP και SIP, χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα ανοικτού κώδικα Asterisk. Ο στόχος αυτός επιτεύχθηκε παράλληλα μεν, αλλά σαν ανεξάρτητο κομμάτι, μελετώντας επιμέρους πηγές πληροφόρησης (βιβλιογραφία, ιστοσελίδες, κτλ), οι οποίες παρατίθενται στο τελευταίο κεφάλαιο.

Στο τελικό στάδιο, επιχειρήθηκε η σύνταξη του κειμένου με συστηματικό και τεκμηριωμένο τρόπο. Ο σκοπός ήταν η καταγραφή του θεωρητικού προβληματισμού όπως προκύπτει από τη μελέτη ερευνών και την παρατήρηση των εξελίξεων που σημειώνονται καθημερινά στο χώρο της επιστήμης των υπολογιστών και ειδικότερα στον τομέα των τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών. Πρόκειται για μία σταδιακή, μεθοδολογική προσέγγιση στα πλαίσια θεμελίωσης ερευνητικών ερωτημάτων και παράθεσης των σημαντικότερων ευρημάτων βάσει μελετών που έχουν προηγηθεί κατά το πρόσφατο παρελθόν.

Στο σημείο αυτό είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι η εκπόνηση μίας εργασίας αποτελεί ένα έργο που πάντα θα επιδέχεται βελτιώσεις, είτε λόγω πιθανών ανθρώπινων σφαλμάτων, είτε λόγω του γεγονότος ότι στην πορεία του χρόνου σημειώνονται εξελίξεις που επηρεάζουν τα δεδομένα και τα συμπεράσματα μίας έρευνας. Έτσι, η εργασία περιλαμβάνει μία σειρά ζητημάτων τα οποία εκτιμάται ότι χρήζουν περαιτέρω έρευνας.

Σε μία προσπάθεια τυποποίησης των εργασιών και τήρησης μία συγκεκριμένης μεθοδολογίας, διακρίνει κανείς διάφορους τύπους ή επιμέρους θεματικές κατηγορίες. Για παράδειγμα ορισμένοι τύποι εργασιών είναι οι «Θεωρητικές», «Ανάπτυξης», «Εφαρμογής», «Εκτεταμένης Ανασκόπησης» και ενδεχομένως να μπορεί κανείς να εντοπίσει και άλλες συνδυαστικές περιπτώσεις όπως για παράδειγμα «Ερευνητικές / Θεωρητικές», «Ερευνητικές / Αναπτυξιακές» και «Μεικτές» [3].

Αναφορικά με τη μεθοδολογία, στην παρούσα εργασία καταγράφονται αιτιολογημένες παρατηρήσεις και σχόλια διότι «δεν πρέπει να είμαστε σκλάβοι των μεθόδων που χρησιμοποιούμε αλλά πρέπει οι μέθοδοι να μας βοηθούν να κάνουμε καλύτερα την δουλειά μας και να κατανοούμε καλύτερα τα φαινόμενα που εξετάζουμε» [4].

## • c

Η πρώτη πτυχή του προβλήματος που πραγματεύεται η εργασία αυτή, έγκειται στην πρακτική εξέταση του προγράμματος Asterisk ως μία εναλλακτική πρόταση για την επικοινωνία μέσω Διαδικτύου και την ανάπτυξη εξατομικευμένων εφαρμογών, βάσει των πρωτοκόλλων VOIP και SIP. Από την άλλη, το θέμα προσεγγίζεται ως ερευνητικό

αντικείμενο, με την έννοια ότι παρουσιάζεται το θεωρητικό κομμάτι της εν λόγω τεχνολογίας.

Για το λόγο αυτό, εκ πρώτης άποψης η εργασία αυτή θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως «Θεωρητική». Ωστόσο, επιχειρείται να αναπτυχθεί μία εργασία «Εκτενούς Ανασκόπησης» με την έννοια ότι πραγματοποιείται σε βάθος ανάλυση και μελέτη συστημάτων και θεωριών σχετικά με το πρόγραμμα Asterisk και το συγκεκριμένο είδος επικοινωνίας.

- **Σχέδιο Δράσης για την εκπόνηση της εργασίας**

Η εργασία αποτελείται από δύο αυτοτελή, και φαινομενικά διαφορετικά τμήματα. Το πρώτο εξ αυτών αφορούσε την εγκατάσταση και τον πειραματισμό με το Asterisk. Ο σκοπός ήταν η εξέταση και η μελέτη του προϊόντος σε πρακτικό επίπεδο. Το δεύτερο τμήμα περιλαμβάνει την ανάπτυξη μίας θεωρητικής εργασίας για την αποτύπωση των θεμάτων που άπτονται του Asterisk σαν μία τηλεπικοινωνιακή πλατφόρμα, ένα πρόγραμμα ανοικτού κώδικα.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η επιτυχής εγκατάσταση του λογισμικού και ακολούθησε η ερευνητική μελέτη του αντικειμένου, βάσει άρθρων, βιβλίων, αναφορών και ιστοσελίδων.

- ***State of the Art***

Πραγματοποιώντας εκτενή αναζήτηση σε επιμέρους πηγές πληροφόρησης, διαπιστώθηκε ότι η περισσότερο επίκαιρη, έγκυρη και ακριβής πηγή για την άντληση πληροφοριών σε σχέση με το Asterisk αποτέλεσε η επίσημη ιστοσελίδα που έχει αναπτυχθεί για το προϊόν.

Ωστόσο, χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον αναφορές, οι οποίες παρατίθενται αναλυτικά στο κεφάλαιο της βιβλιογραφίας.

- ***Σημαντικοί στόχοι για την ολοκλήρωσης της πτυχιακής***

Οι επιμέρους στόχοι (milestones) που τέθηκαν για την ολοκλήρωση της εργασίας είναι οι εξής:

- Ολοκλήρωση της έρευνας state of the art,
- Ολοκλήρωση της ανάλυσης του προβλήματος,
- Απόκτηση του απαραίτητου λογισμικού,
- Επιτυχής ολοκλήρωση της εγκατάστασης,
- Έλεγχος καλής λειτουργίας και πειραματισμός με το σύστημα,
- Εκπόνηση της θεωρητικής μελέτης βάσει της έρευνας που πραγματοποιήθηκε στο πρώτο στάδιο και
- Συγγραφή της αναφοράς.

## • **Asterisk**

Η ανάγκη για επικοινωνία, είναι καθολική και διαχρονική σε προσωπικό, αλλά και σε επιχειρηματικό επίπεδο. Η αλματώδης ανάπτυξη του Διαδικτύου, κατέστησε εφικτή την επικοινωνία σε όλα τα μήκη και τα πλάτη της υφηλίου, γεγονός που κατά το παρελθόν σε αρκετές περιπτώσεις ήταν σχεδόν ανέφικτο, ή πολυτέλεια.

Πολύ σύντομα λοιπόν, από την ανάπτυξη των πρώτων δικτύων και τις πρωταρχικές υπηρεσίες Διαδικτύου, έγινε η μετάβαση από το Telenet, στα πρώτα instant messaging προγράμματα και σήμερα συζητάει κανείς για το web 2.0 και τις νέου τύπου εφαρμογές. Σε αυτή την συνοπτικά αναφερόμενη πορεία, θεωρείται σημαντική η μνεία στο Skype που ανέτρεψε τις τηλεπικοινωνιακές συνήθειες των χρηστών.

Αναμφίβολα η τεχνολογία εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς, αλλά το πιθανότερο είναι ότι οι ανάγκες και οι απαιτήσεις των χρηστών αποτελούν την κινητήρια δύναμη σε αυτή την εξελικτική πορεία. Σήμερα λοιπόν, θεωρώντας δεδομένη τη δυνατότητα επικοινωνίας μέσω Διαδικτύου, τίθεται το θέμα του κόστους. Με άλλα λόγια επιθυμεί κανείς να επικοινωνεί με το λιγότερο δυνατό κόστος, όπως επίσης και το ζήτημα της ελευθερίας. Η δυνατότητα δηλαδή ανάπτυξης εξατομικευμένων τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών σε ένα πρότυπο συμβατό με την πλειονότητα των υπόλοιπων συσκευών. Σε όλα αυτά, είναι αυτονόητο πως ο χρήστης επιθυμεί ένα αξιόπιστο και ασφαλές σύστημα. Στο πλαίσιο αυτό εξετάζεται το πρόγραμμα Asterisk το οποίο ικανοποιεί τις παραπάνω απαιτήσεις, οι οποίες είναι ιδιαίτερα έντονες σε επιχειρηματικό επίπεδο όπου ο ανταγωνισμός είναι υψηλός και η απαίτηση για μειωμένο κόστος επικοινωνίας, επιτακτική.



**Εικόνα 1:** Τηλεπικοινωνιακή υποδομή Asterisk.

Το Asterisk ανήκει στην κατηγορία της δικτυακής τηλεφωνίας (IP telephony), βάσει της οποίας χρησιμοποιείται ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων, συνήθως το Διαδίκτυο, για την παροχή υπηρεσιών μετάδοσης φωνής και δεδομένων, ενώ η χρησιμοποιούμενη πλατφόρμα είναι η ίδια η δικτυακή υποδομή. Η λειτουργία του συστήματος είναι απλή και έγκειται στην ένταξη του τηλεφωνικού κέντρου στο δίκτυο με μία διεύθυνση (IP address) [5]. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται μείωση του κόστους από επιπρόσθετο εξοπλισμό, η μεγάλη ευελιξία και η δυνατότητα επεκτασιμότητας, χρησιμοποιώντας την ήδη υπάρχουσα υποδομή πληροφορικής που έχει αναπτυχθεί για την κάλυψη βασικών διαδικτυακών εφαρμογών.

Το κεφάλαιο αυτό πραγματεύεται το θεωρητικό υπόβαθρο που άπτεται ενός τηλεφωνικού κέντρου τύπου Asterisk. Στα πλαίσια αυτά περιλαμβάνει ορισμένα εισαγωγικά ζητήματα ώστε να γίνει κατανοητό το αντικείμενο, τα βασικά χαρακτηριστικά του προγράμματος, οι παρεχόμενες υπηρεσίες, η βασική αρχιτεκτονική, τα πλεονεκτήματα χρήσης, καθώς και άλλα συναφή θέματα.

- ***Βασικά Χαρακτηριστικά***

Το Asterisk αποτελεί ένα δημοφιλές πρόγραμμα ανοικτού κώδικα, η χρήση του οποίου επιτρέπει την ανάπτυξη ενός τηλεφωνικού κέντρου, αλλά και πολλές άλλες τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές. Πολλές φορές μάλιστα αναφέρεται ως «the open-source PBX», διότι αυτή είναι η συνηθέστερη, απλούστερη και πρωταρχική λειτουργία του προγράμματος. Πρόκειται λοιπόν για ένα λογισμικό IPBX.

Μάλιστα έχει ήδη δημιουργηθεί μία λύση PBX, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί out of the box, το σύστημα «Switchvox», ένα τηλεφωνικό σύστημα η λειτουργία του οποίου επικεντρώνεται στις επιχειρησιακές ανάγκες ενός οργανισμού με επίκεντρο τη διασύνδεση και την επικοινωνία [10]. Ωστόσο το θέμα αυτό και η σύγκριση μεταξύ των δύο προγραμμάτων πραγματοποιείται στη συνέχεια της εργασίας.

Το Asterisk τρέχει στο λειτουργικό σύστημα Linux (είναι γνωστό ότι υπάρχει καλή συμβατότητα με το Debian, το Red Hat, το Fedora, το Gentoo, το SuSE και το Mandrake). Όπως σε όλα τα PBX (Private Branch Exchange), έτσι και με το Asterisk καθίσταται εφικτή η πραγματοποίηση κλήσεων τόσο στο εσωτερικό του δικτύου του, όσο και σε άλλα δίκτυα, έπειτα από μία σειρά κατάλληλων ρυθμίσεων. Έτσι, η εν λόγω πλατφόρμα υποστηρίζει ένα μεγάλο εύρος τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών που βασίζονται στο πρωτόκολλο VoIP. Επιπλέον, είναι κατάλληλο για την επικοινωνία με διάφορα είδη τηλεφώνων, όπως για παράδειγμα hardphones και softphones, αλλά και άλλες συσκευές, συστήματα PBX, μηχανήματα fax, κτλ, μέσω κατάλληλων διεπαφών (interfaces) [7].

Όπως γίνεται αντιληπτό, ένα σημαντικό πλεονέκτημα του συστήματος είναι η συμβατότητα με το υπάρχον κλασσικό τηλεφωνικό δίκτυο (PSTN), χρησιμοποιώντας ωστόσο εξειδικευμένο υλικό (hardware), δεδομένου ότι για την υπηρεσία αυτή, το modem/router δεν είναι αρκετό, ενώ απαιτούνται επιπλέον συγκεκριμένες ρυθμίσεις στον εξυπηρετητή (server) του συστήματος.

Το Asterisk υποστηρίζει τα περισσότερα γνωστά πρωτόκολλα VoIP όπως είναι για παράδειγμα τα IAX, [SIP](#) και H.323. Εξ αυτών, το SIP θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικό, διότι αναμένεται να επικρατήσει στο μέλλον, δεδομένου ότι υποστηρίζεται σχεδόν από το σύνολο των νέων δικτυακών συσκευών, και επιπλέον έχει διαπιστωθεί ότι εξασφαλίζει καλύτερα επίπεδα συμβατότητας [7]. Ωστόσο, για το θέμα των πρωτοκόλλων θα γίνει αναλυτική παρουσίαση στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου.



**Εικόνα 2: Λογότυπο Asterisk.**

Στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 2) παρουσιάζεται το λογότυπο (logo) του προγράμματος. Πρόκειται για το σύμβολο «\*», ένα wild-card, η λειτουργία του οποίου στον προγραμματισμό σχετίζεται με την επιλογή «όλα». Δεν είναι τυχαίο, αλλά συμβολίζει ότι όπως το wild-card «\*», έτσι και το Asterisk, εικονικά μπορεί να κάνει τα πάντα.

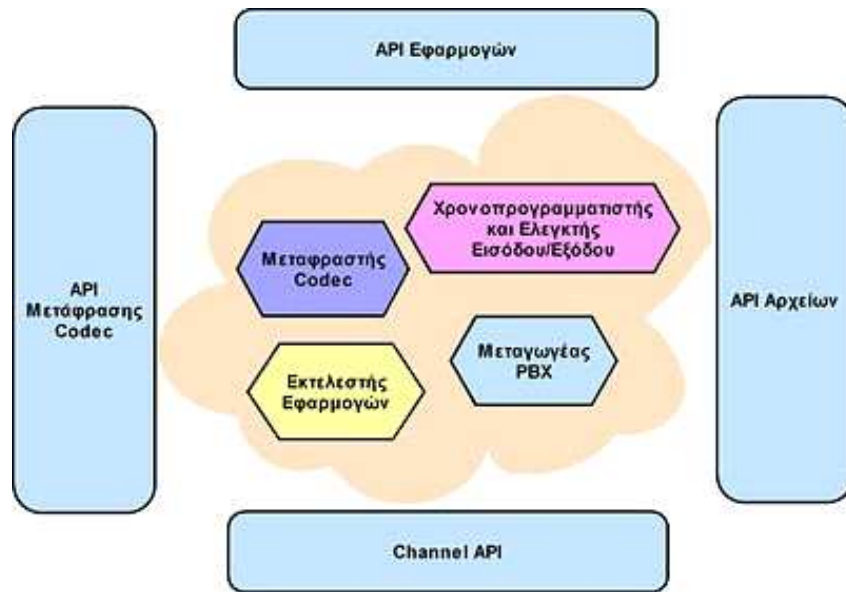
- **Αρχιτεκτονική**

Το Asterisk έχει σχεδιαστεί με κύρια προτεραιότητα την ευελιξία και τη συνδεσιμότητα, όπου συγκεκριμένα APIs ορίζουν τον πυρήνα του PBX συστήματος. Η εξελιγμένη αρχιτεκτονική του Asterisk, επιτρέπει τον χειρισμό των εσωτερικών διασυνδέσεων με πλήρη διαφάνεια, ανεξαρτήτως πρωτοκόλλων, κωδικοποιήσεων, και τηλεφωνικού υλικού. Με αυτόν τον τρόπο το Asterisk είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει όλα τα κατάλληλα υλικά και τις τεχνολογίες που είναι διαθέσιμες σήμερα ή ακόμα και μελλοντικά [38], για να εκτελέσει τις βασικές του λειτουργίες, αποτελώντας τη διεπαφή ή το συνδετικό κρίκο μεταξύ υλικού και λογισμικού.

Ο πυρήνας της αρχιτεκτονικής του Asterisk αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- Ο Μεταγωγέας PBX,
- Ο Εκτελεστής Εφαρμογών,
- Ο Μεταφραστής Codec και
- Ο Χρονοπρογραμματιστής και Ελεγκτής Εισόδου/Εξόδου

Ο **Μεταγωγέας PBX** χρησιμοποιείται για την παροχή της πρωταρχικής λειτουργίας του Asterisk, δηλαδή λειτουργεί σαν σύστημα PBX, συνδέοντας κλήσεις μεταξύ χρηστών και ενεργειών. Ο πυρήνας μεταγωγής συνδέει χρήστες από διάφορες διεπαφές λογισμικού ή υλικού. Ο Εκτελεστής Εφαρμογών εκτελεί εφαρμογές που παρέχουν λειτουργίες όπως, αναπαραγωγή αρχείων, αυτόματος τηλεφωνητής, κτλ. Ο Μεταφραστής Codec χρησιμοποιεί modules για την κωδικοποίηση και την αποκωδικοποίηση διαφόρων τύπων συμπίεσης ήχου που εφαρμόζονται στην τηλεφωνία. Υποστηρίζονται πολλοί codecs για να μπορέσει να επιτευχθεί μία ισορροπία μεταξύ ποιότητας ήχου και χρήσης του εύρους ζώνης. Τέλος, ο Χρονοπρογραμματιστής και Ελεγκτής Εισόδου/Εξόδου χειρίζεται λειτουργίες χρονοπρογραμματισμού και εποπτείας σε χαμηλό επίπεδο, επιτρέποντας την επίτευξη της καταλληλότερης επίδοσης σε κάθε περίπτωση φόρτου εργασίας.



Εικόνα 3: Αρχιτεκτονική Asterisk.

Στην αρχιτεκτονική του Asterisk συμπεριλαμβάνονται και 4 APIs τα οποία εξασφαλίζουν τη διαλειτουργικότητα σε θέματα υλικού και πρωτοκόλλων. Με τη χρήση αυτού του συστήματος, ο πυρήνας του Asterisk δε χρειάζεται να γνωρίζει λεπτομέρειες για το πώς συνδέεται ο χρήστης, ή τι κωδικοποιητές και αποκωδικοποιητές χρησιμοποιούνται για την αποστολή και τη λήψη των δεδομένων που διακινούνται. Τα APIs αυτά είναι τα εξής:

- Channel API
- API Εφαρμογών
- API Μετάφρασης Codec
- API Αρχείων

Το channel API διαχειρίζεται τον τύπο της σύνδεσης από την οποία προέρχεται ο χρήστης. Η σύνδεση αυτή μπορεί να είναι VoIP, ISDN, POTS, ή οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία. Τα modules φορτώνονται δυναμικά για να χειριστούν τις λεπτομέρειες της σύνδεσης. Το API εφαρμογών, επιτρέπει στα modules εφαρμογών να εκτελεστούν ώστε να παρέχουν διάφορες λειτουργίες. Δυνατότητες όπως τηλεδιάσκεψη, μεταφορά δεδομένων, φωνητικό ταχυδρομείο και οποιαδήποτε άλλη εργασία μπορεί να εκτελέσει ένα σύγχρονο ή μελλοντικό PBX, χειρίζονται από τα αντίστοιχα ξεχωριστά modules. Το API Μετάφρασης Codec φορτώνει ξεχωριστά modules για τον κάθε codec, για να υποστηρίξει τους διάφορους τύπους κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης ήχου που υπάρχουν, όπως: GSM, μLaw, aLaw, ακόμα και mp3. Τέλος, το API αρχείων είναι υπεύθυνο για την ανάγνωση και εγγραφή πολλών τύπων αρχείων, και την αποθήκευση δεδομένων στο σύστημα.

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

Το API εφαρμογών παρέχει τη δυνατότητα στα modules εφαρμογών, να εκτελούν οποιαδήποτε λειτουργία ευέλικτα και κατά βούληση του χρήστη. Επιτρέπει επίσης την εκτέλεση εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί αποκλειστικά για να καλύψουν προσαρμοσμένες ανάγκες και περιπτώσεις χρήσης. Επιπλέον, φορτώνοντας όλες τις εφαρμογές ως modules το Asterisk δίνει τη δυνατότητα στους διαχειριστές να σχεδιάσουν ευπροσάρμοστα συστήματα με εύκολη προσαρμογή στις τηλεπικοινωνιακές αλλαγές που μπορεί να προκύψουν.

- ***Δημιουργία και Ανάπτυξη του Asterisk***

Το Asterisk είναι ένα λογισμικό ανοικτού κώδικα [υπό](#) την GNU [General Public License](#) (GPL), και είναι διαθέσιμο δωρεάν [9]. Ο δημιουργός του ήταν ο [Marc Spencer](#) της [Digium](#), ενώ η αφορμή για την ανάπτυξή του ήταν η ανάγκη για ελαχιστοποίηση του κόστους που σχετίζεται με ένα τηλεφωνικό κέντρο. Το εγχείρημα αυτό πραγματοποιήθηκε το 1999 [2].

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι ο Mark Spencer είναι και ο ιδρυτής της επιχείρησης Digium, ενώ η τελευταία είναι ο κύριος χορηγός του Asterisk. Για την ακρίβεια, ο Spencer επιδίωξε αρχικά να μειώσει τα έξοδα τις επιχείρησής του, και διαπίστωσε ότι μία σημαντική μείωση θα μπορούσε να επέλθει από τις τηλεφωνικές δαπάνες. Έπειτα, αναδείχτηκαν οι μεγάλες δυνατότητες που προκύπτουν από το συγκεκριμένο πρόγραμμα και τελικά το Asterisk αποτέλεσε από το σημείο εκείνο και μετά τη βασική του επιχειρηματική ενασχόληση.

Οι σημαντικότεροι ιστορικοί σταθμοί στην εξέλιξη του προϊόντος παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα [18]:

<i>Ημερομηνία</i>	<i>Έκδοση Asterisk</i>
23 Σεπτέμβρη 2004	Version 1.0
15 Νοέμβρη 2005	Version 1.2
26 Δεκέμβρη 2006	Version 1.4
2 Οκτώβρη 2008	Version 1.6
21 Οκτώβρη 2010	Version 1.8



## Πίνακας : Ιστορικοί σταθμοί Asterisk.

Η αρχική ονομασία του Asterisk ήταν Asterisk the Free PBX αφού αυτός ήταν ο λόγος δημιουργίας του. Με την πάροδο του χρόνου όμως εξελίχθηκε σε πολλά παραπάνω, οπότε η ονομασία του άλλαξε σε Asterisk προκειμένου να εκφράζει καλύτερα το φάσμα των δυνατοτήτων του.

Πλέον, μπορεί κανείς να προμηθευτεί το απαραίτητο λογισμικό από την επίσημη ιστοσελίδα του προϊόντος, όπως επίσης και όλα τα απαραίτητα προγράμματα και οδηγούς για συμβατότητα με ένα μηχάνημα. Η τελευταία έκδοση του Asterisk είναι η 1.8.0 , ενώ είναι επίσης διαθέσιμη μια δοκιμαστική έκδοση (beta version) του Asterisk που διαθέτει γραφικό περιβάλλον (GUI - Graphical User Interface), η έκδοση 1.8 beta 5. Τέλος, στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να αναφερθεί ξανά ότι η ανάπτυξη του προϊόντος είναι σημαντική, σημειώνεται με ραγδαίους ρυθμούς και μάλιστα αναφέρεται ότι προάγει και την ανάπτυξη του πρωτοκόλλου VoIP.

- ***Λειτουργίες και Δυνατότητες του Asterisk***

Οι υπηρεσίες του Asterisk, σχετίζονται με τις προσφερόμενες υπηρεσίες των προηγμένων τηλεφωνικών κέντρων. Πρόκειται για επιμέρους υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας (added value). Έτσι για παράδειγμα, η απλούστερη λειτουργία αφορά τη διαχείριση μίας κλήσης (προώθηση, αναμονή, μεταφορά, κτλ).

Επιπλέον, παρέχονται υπηρεσίες πληροφοριών, όπως είναι η αναζήτηση κλήσεων, η ηχογράφηση, η τηλεειδοποίηση, τηλεφωνικός κατάλογος, ξυπνητήρι, φωνητικό ταχυδρομείο (voicemail) κτλ. Ακόμα, το Asterisk μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα conference bridge, να στείλει την υπηρεσία προσωπικού τηλεφωνητή στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, να χρησιμεύσει ως ένα IVR (Interactive Voice Response), και πολλά περισσότερα. Παρακάτω, παρατίθεται μία εκτενής λίστα των παρεχόμενων υπηρεσιών [7] :

- **Call Routing**

(Δρομολόγηση της κλήσης ανάλογα με τον αριθμό αυτού που καλεί, την ώρα κλήσης, το κόστος κλήσης, κτλ)

- **Conference**

(διάσκεψη)

- **Calling Cards**

(Δυνατότητα παροχής υπηρεσιών τηλεφωνίας με χρήση προπληρωμένων καρτών ή γενικότερα προπληρωμένων λογαριασμών)

- **Interactive Voice Response**

(Φωνο- αλληλεπιδραστική Απόκριση)

- **Call Detail Record**

(Αρχείο καταγραφής κλήσεων με στοιχεία όπως η ώρα έναρξης της κλήσης, η διάρκεια της κλήσης, το νούμερο του καλούντα, την κατάσταση της κλήσης, κτλ)

- **Graphic User Interface**

(γραφικό περιβάλλον διαχείρισης και επίβλεψης)

- **Caller ID On Call Waiting**

(αναγνώριση κλήσεων σε αναμονή)

- **Text-to-speech System** (Festival Open Source)

(σύστημα ανάγνωσης κειμένου)

- **Voice Recognition**

(Sphinx Open Source)

- **Call Forwarding**

(Προώθηση κλήσεων)

- **Wake Up Call**

(Ξυπνητήρι)

- **Caller id**

(Αναγνώριση κλήσεων)

- **Fax Manager**

(Διαχειριστής Fax)

- **Follow Me**

(Ακολουθήσε με)

- **Call Parking**

(Στάθμευση της κλήσης σε ένα εικονικό νούμερο το οποίο χρησιμοποιείται σαν χώρος στάθμευσης των κλήσεων και επανάκτηση της κλήσης κατά βούληση)

- **Blacklists**

(Μαύρη λίστα)

- **Call Recording**

(Ηχογράφηση κλήσης)

- **Call Transfer**  
(Παραπομπή κλήσης)
- **Call Waiting**  
(Αναμονή κλήσης)
- **Dial By Name**  
(κλήση μέσω ονόματος)
- **Do Not Disturb**  
(μην ενοχλείτε)
- **Sms Messaging**
- **Jabber Notification**  
(Ειδοποίηση Jabber)
- **Music On Hold**  
(Αναμονή με ήχο)
- **Call Queues**  
(Ουρές κλήσεων)
- **Time And Date**  
(υπηρεσία ενημέρωσης ώρας και ημερομηνίας)
- **Voicemail**  
(Αυτόματος τηλεφωνητής)

- ***Χρήση του Asterisk***

Η χρήση του Asterisk σήμερα είναι μεγάλη παγκοσμίως. Για το λόγο αυτό πραγματοποιούνται μάλιστα και ετήσια συνέδρια, έχουν αναπτυχθεί forum και γίνονται πολλές συζητήσεις για θέματα σχετικά με τη χρήση, τις βελτιώσεις, τις εφαρμογές, κτλ.

Το αξιοσημείωτο, πέραν της ραγδαίας ανάπτυξης, είναι το γεγονός ότι χρησιμοποιείται τόσο στα πλαίσια οικιακών εφαρμογών, όσο και από μικρές ή μεσαίου μεγέθους επιχειρήσεις, αλλά και από μεγάλους οργανισμούς. Δεδομένου ότι το Asterisk είναι ανοικτού κώδικα, μπορεί να εφαρμοστεί ως PBX ή iPBX, ή να χρησιμοποιηθεί για έναν σκοπό, όπως voice mail ή conference bridge σε ένα υπάρχον σύστημα τηλεφωνίας. Το

γεγονός αυτό θα γίνει αντιληπτό καλύτερα στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου κατά την παράθεση ορισμένων case studies και success stories.

Συνοπτικά, οι δυνατές κατηγορίες χρηστών του Asterisk είναι οι εξής:

<i>Κατηγορίες Χρηστών</i>	<i>Πλεονεκτήματα Χρήσης</i>
Ιδιοκτήτης επιχείρησης	Εξοικονόμηση χρημάτων. Μείωση τηλεπικοινωνιακών δαπανών. Επίτευξη ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος.
Τεχνικός Διευθυντής	Βελτίωση τηλεπικοινωνιακής υποδομής.
Προγραμματιστής	Χρήσιμο εργαλείο για την ανάπτυξη τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών.
Πωλητές	Επένδυση σε ένα πολλά υποσχόμενο προϊόν. Αύξηση κερδών.

**Πίνακας 2: Κατηγορίες χρηστών.**

Ο ιδιοκτήτης μίας επιχείρησης, ενδιαφέρεται πρωτίστως για την εξοικονόμηση χρημάτων. Ο πρωταρχικός αυτός στόχος, μπορεί με το Asterisk να επιτευχθεί, δεδομένου ότι αποδεδειγμένα είναι μία οικονομική λύση, που προσφέρει πληθώρα τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Αναφορικά με την κατηγορία των προγραμματιστών, αναφέρεται σχετικά [10] «Asterisk is built by developers, for developers». Τέλος, μπορεί κανείς να λειτουργήσει ως πωλητής ή συνεργάτης, και να πετύχει αύξηση των κερδών από το ελεύθερο λογισμικό. Αυτό επιτυγχάνεται από μία σειρά εμπορικών προϊόντων, όπως είναι για παράδειγμα το Switchvox ή επιμέρους add-ons που έχουν αναπτυχθεί με Asterisk.

- ***To Asterisk ως παραδοσιακό PBX***

Το Asterisk μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως PBX για την παραδοσιακή αναλογική τηλεφωνία. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί κανείς να αναβαθμίσει ένα παλιό σύστημα τηλεφωνίας χωρίς το υψηλό κόστος της χρήσης IP τηλεφώνων. Επιπλέον μπορεί κανείς να αξιοποιεί την επιπρόσθετη λειτουργικότητα χωρίς επένδυση σε πρόσθετο εξοπλισμό. Το Asterisk επιτρέπει ακόμα τη βαθμιαία χρήση φορέων παροχής υπηρεσιών IP και IP συσκευών από κοινού με τον παλιό εξοπλισμό. Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το Asterisk ως PBX για την παραδοσιακή τηλεφωνία, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί συγκεκριμένο υλικό με channel banks, PCI cards, ή small gateways.

- ***To Asterisk ως iPBX***

Το Asterisk έχει όλες τις δυνατότητες για χρήση ως iPBX. Οι μοναδικές απαιτήσεις είναι οι εξής:

- Μια μονάδα Asterisk (PC),
- Τοπικό LAN (Local Area Network) και
- IP τηλεφωνικές συσκευές ή IP gateways για τη σύνδεση των αναλογικών τηλεφώνων.

Το Asterisk μπορεί να λειτουργήσει με διάφορα πρωτόκολλα τηλεφωνίας IP, όπως το SIP, MGCP, H323, SCCP (Cisco's proprietary protocol). Ωστόσο, το Asterisk είναι γνωστό ότι έχει μερικά προβλήματα με ορισμένα πρωτόκολλα, και συστήνεται να λειτουργεί με το SIP. Το Asterisk λειτουργεί επίσης με το πρωτόκολλο IAX2 (Inter Asterisk eXchange), ένα πρωτόκολλο ανοικτού κώδικα που γράφτηκε για το Asterisk και που χειρίζεται το NAT και τα firewalls καλύτερα από το SIP και άλλα πρωτόκολλα. Δεδομένου ότι λειτουργεί με τα αναλογικά και ψηφιακά πρωτόκολλα τηλεφωνίας καθώς επίσης και διάφορα πρωτόκολλα IP, το Asterisk μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως gateway μεταξύ των διαφορετικών πρωτοκόλλων.

- ***Κάλυψη τηλεπικοινωνιακών αναγκών με Asterisk***

Μέχρι στιγμής, έχει προσεγγιστεί το Asterisk, από διάφορες εναλλακτικές οπτικές, παρουσιάζοντας τα βασικά χαρακτηριστικά, το είδος του λογισμικού και την προσφερόμενη λύση. Έχει αναφερθεί ότι πρόκειται για ένα τηλεφωνικό σύστημα, για την ακρίβεια όμως, μέσω κατάλληλων ρυθμίσεων μπορεί να διαδραματίσει οποιοδήποτε τηλεπικοινωνιακό ρόλο [9]. Έτσι, ορισμένες περιπτώσεις τις οποίες καλύπτει και μπορεί να αποτελέσει κατάλληλο εργαλείο είναι οι εξής:

- IP PBX / Unified Communication System
- VoIP Gateway
- Interactive Voice Response (IVR)
- Conference Bridge
- Call Center / ACD System
- Voicemail / Unified Messaging

Από τα παραπάνω, γίνεται αντιληπτό ότι το Asterisk είναι κατάλληλο για πληθώρα τηλεπικοινωνιακών αναγκών τόσο σε ατομικό όσο και σε επιχειρησιακό επίπεδο. Αυτό επιτυγχάνεται αφενός μέσω του Asterisk και αφετέρου από τα διαθέσιμα add-ons, όπως είναι τα ακόλουθα:

- Skype for Asterisk
- Fax for Asterisk
- Bria for Asterisk
- [High Performance Echo Cancellation](#)
- [LumenVox Speech Engine](#)
- [Vestec Speech Engine](#)
- [Cepstral Text-to-Speech](#)
- [IVR Prompts](#)

Υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες οι οποίοι θεωρούνται κρίσιμοι και καθορίζουν το είδος μίας λύσης Asterisk. Για το λόγο, αυτό έχει αναπτυχθεί ένας χρήσιμος οδηγός (wizard), στην επίσημη ιστοσελίδα του Asterisk, βάσει του οποίου μπορεί κανείς να επιλέξει από προτεινόμενες εναλλακτικές την κατάλληλη εφαρμογή. Οι παράγοντες αυτοί παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Το είδος του συστήματος (για παράδειγμα IP PBX, VoIP Gateway, IVR, κτλ.)
Το μέγεθος της επιχείρησης ή αν πρόκειται για την κάλυψη οικιακών αναγκών
Η εξοικείωση με το Λειτουργικό Σύστημα Linux ή Unix (administration skills)
Οι γνώσεις σε δικτυακά θέματα (networking)
Γνώσεις σε θέματα τηλεπικοινωνιών (πρωτόκολλα επικοινωνίας, υπηρεσίες VoIP, κτλ)
Γνώσεις προγραμματισμού
Το είδος και το εύρος της εγκατάστασης (για παράδειγμα data center)
Η σύνδεση Διαδικτύου που επηρεάζει το διαθέσιμο bandwidth (Dial-up, ADSL, T1, κτλ)
Ο διαθέσιμος χρόνος υλοποίησης
Το κόστος υλοποίησης
Ο βαθμός ευελιξίας της εφαρμογής
Η ευκολία χρήσης

**Πίνακας 3: Παράγοντες που επηρεάζουν το Asterisk.**

- ***Asterisk και Switchvox***

Τόσο το Asterisk όσο και το Switchvox αποτελούν γνωστά είδη τηλεφωνικών συστημάτων. Έτσι, για το λόγο αυτό, κρίνεται σκόπιμο στο σημείο αυτό να γίνει μία συνοπτική, συγκριτική αξιολόγηση των δύο συστημάτων, με απώτερο σκοπό να γίνουν αντιληπτά σε πρακτικό επίπεδο τα βασικά χαρακτηριστικά μίας εφαρμογής Asterisk. Ο

κοινός παράγοντας των δύο λύσεων είναι η εταιρία Digium, η οποία είναι και ο βασικός χορηγός ουσιαστικά του Asterisk. Επιπλέον, η ειδοποιός διαφορά είναι το γεγονός ότι το Switchvox είναι ένα εμπορικό προϊόν.

Προκύπτει λοιπόν η εύλογη απορία πώς γίνεται ο ίδιος οργανισμός να προσφέρει ένα τεχνολογικό εργαλείο ανοικτού κώδικα, αλλά να πουλάει ουσιαστικά και ένα λογισμικό. Η απάντηση είναι τα δύο συστήματα έχουν διαφορετικό σκοπό το καθένα και επιπλέον απευθύνονται σε διαφορετικό κοινό [16]. Στη συνέχεια τα θέματα αυτά, περιγράφονται πιο αναλυτικά, ενώ στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά των δύο λύσεων.

<i>Asterisk</i>	<i>Switchvox</i>
Open source communications engine.	Predefined solution based on Asterisk.
Free.	Not free of charge.
Requires programming expertise.	Already designed Graphical User Interface.
Asterisk is an engine.	Switchvox is a complete vehicle.

**Πίνακας 4: Asterisk vs Switchvox.**

Όπως γίνεται αντιληπτό και από τον πίνακα 4, το Asterisk αποτελεί ένα τεχνολογικό εργαλείο, μία πλατφόρμα, η οποία διατίθεται δωρεάν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί θεωρητικά από οποιονδήποτε για την ανάπτυξη ενός τηλεπικοινωνιακού εξυπηρετητή (communication server). Ωστόσο, χρειάζεται κανείς να έχει ορισμένες βασικές γνώσεις σε ζητήματα προγραμματισμού και ευχέρεια στη χρήση λειτουργικών συστημάτων πέραν των Windows. Επιπλέον, δεν είναι εύκολο να βρει κανείς ολοκληρωμένο υλικό τεκμηρίωσης ή κάποιο εγχειρίδιο, δεδομένου ότι η φύση του είδους του λογισμικού αυτού, υποδηλώνει ότι η ανάπτυξη μίας εφαρμογής προϋποθέτει έντονο ενδιαφέρον, χρόνο για αναζήτηση υλικού και διευθέτηση πιθανών προβλημάτων. Έπειτα, η κοινή διάθεση των ευρημάτων κάθε χρήστη επαφίεται στην καλή διάθεση του προγραμματιστή να προσφέρει σε άλλους τις γνώσεις του σχετικά με το πώς αντιμετώπισε συγκεκριμένα προβλήματα. Με άλλα λόγια, απαιτείται να διαθέσει κανείς αρκετό χρόνο για αναζήτηση πληροφοριών σε ιστολόγια (blogs), wikis, ιστοσελίδες, κτλ, για να βρει απαντήσεις σε θέματα σχετικά με την εφαρμογή.

Από την άλλη όμως, δε θα πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός ότι τα παραπάνω χαρακτηριστικά δεν είναι απαραίτητα αρνητικά ή αποτρεπτικά. Οι υποστηρικτές του ανοικτού λογισμικού, ισχυρίζονται ότι ανεξάρτητα από το κόστος, το βασικό πλεονέκτημα είναι η ελευθερία και η ευελιξία ανάπτυξης μίας εφαρμογής, καθώς μπορεί ο προγραμματιστής να δημιουργήσει μία εντελώς εξατομικευμένη λύση (custom solution) με βάση τις τρέχουσες, πραγματικές ανάγκες, κάτι που θα ήταν μάλλον ανέφικτο με ένα έτοιμο πακέτο λογισμικό. Η θέση αυτή αναδεικνύει στον καλύτερο δυνατό βαθμό τι σημαίνει «requires programming expertise».

Το Switchvox, ως εμπορικό προϊόν, διατίθεται ως έτοιμη λύση. Αυτό σημαίνει ότι καταβάλλοντας ένα αντίτιμο, μπορεί κανείς να έχει έτοιμη μία εφαρμογή τηλεφωνικού συστήματος, με έτοιμες οθόνες, με γραφικό περιβάλλον, κτλ. Ένα λειτουργικό και έτοιμο

λογισμικό. Πρόκειται λοιπόν για ένα IP PBX, μία ανταγωνιστική λύση συγκριτικά με τα υπόλοιπα διαθέσιμα εμπορικά προϊόντα, εξαιτίας του χαμηλού κόστους.

Τέλος, στους ακόλουθους πίνακες μπορεί κανείς να λάβει απαντήσεις αναφορικά με το σκοπό των δύο λύσεων, και τον προσδιορισμό του κοινού στο οποίο απευθύνεται κάθε λύση [16]:

Asterisk	
Σκοπός:	Αποσκοπεί στην καλύτερη διαχείριση των κλήσεων μεταξύ των τηλεφωνικών συσκευών στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο λεπτομέρειας. Επιπλέον, μπορεί σχετικά εύκολα να προσαρτηθεί σε ένα προϊόν ή σε μία υπάρχουσα εφαρμογή.
Κοινό:	Απευθύνεται αμιγώς σε προγραμματιστές τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών.

Πίνακας 5: Σκοπός και κοινό Asterisk.

Switchvox	
Σκοπός:	Προσφέρεται ως κάτι περισσότερο του τηλεφωνικού συστήματος, ως ένα ενοποιημένο τηλεπικοινωνιακό σύστημα που εξασφαλίζει ευελιξία και μπορεί να αποτελέσει μέσο αύξησης της παραγωγικότητας και μείωσης του κόστους.
Κοινό:	Απευθύνεται σε ΜΜΕ που θέλουν μία καλή λύση, ένα ολοκληρωμένο, αλλά παράλληλα οικονομικό τηλεφωνικό σύστημα.

Πίνακας 6: Σκοπός και κοινό Switchvox.

- ***Asterisk και Διαδικτυακά Τηλέφωνα***

Το Asterisk είναι δυνατό να συνδεθεί με ένα μεγάλο εύρος συσκευών, μέσω κατάλληλων ρυθμίσεων. Η διασύνδεση εξασφαλίζεται μέσω των πρωτοκόλλων επικοινωνίας, ένα θέμα που αναλύεται στο επόμενο κεφάλαιο της εργασίας. Ωστόσο, στο σημείο αυτό είναι χρήσιμο να αναφερθούν ορισμένα στοιχεία σχετικά με το Asterisk και τα διαδικτυακά τηλέφωνα ή αλλιώς Softphones.

Ως «Softphone» χαρακτηρίζεται ένα πρόγραμμα λογισμικού που χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση τηλεφωνικών κλήσεων μέσω Διαδικτύου [17]. Το βασικό χαρακτηριστικό του είδους των προγραμμάτων αυτών είναι ότι είναι δυνατή η παροχή



τηλεφωνικών υπηρεσιών χρησιμοποιώντας έναν υπολογιστή γενικού σκοπού (general purpose computer), αντί για εξειδικευμένο υλικό (hardware). Ένα softphone δεν είναι λοιπόν παρά μία εφαρμογή, με διεπαφές που θυμίζουν ένα παραδοσιακό τηλέφωνο και ο χρήστης αλληλεπιδρά για την πραγματοποίηση κλήσεων.

Το Asterisk είναι συμβατό με πληθώρα διαθέσιμων softphones, πολλά εκ των οποίων είναι διαθέσιμα για λειτουργικό σύστημα των Windows. Συνεπώς, αυτή είναι η προτεινόμενη λύση για τους χρήστες που δεν είναι εξοικειωμένοι με Unix ή Linux. Στον ακόλουθο πίνακα, παρουσιάζονται ορισμένα softphones και επιμέρους πληροφορίες για κάθε ένα από αυτά [7].

<i>Softphone</i>	<i>Communication Protocol</i>	<i>OS</i>
<a href="#">Idefisk</a>	IAX2	Windows, Linux, MAC
<a href="#">X-Lite</a>	SIP	Windows, Linux, MAC
<a href="#">Iaxcomm</a>	IAX2	Windows, Linux, MAC
<a href="#">SIPPS</a>	SIP	Windows
<a href="#">FireFly</a>	SIP / IAX2	Windows
<a href="#">SNOM360</a>	SIP	Windows
<a href="#">eStara</a>	SIP	Windows
<a href="#">DIAx</a>	IAX2	Windows
<a href="#">MediaX</a>	IAX2	Windows
<a href="#">SJphone</a>	SIP, H323	Windows, Linux, MAC
<a href="#">IaxTeleFon</a>	IAX2	Windows
<a href="#">KIAx</a>	IAX2	Windows, Linux, FreeBSD, NetBSD
<a href="#">Express Talk</a>	SIP	Windows
<a href="#">Adore Softphone</a>	SIP	Windows
<a href="#">ExtremePhone (ePhone)</a>	IAX2	Windows
<a href="#">Microsoft Windows Messenger 5.1</a>	SIP	Windows
<a href="#">CubiX</a>	SIP / IAX2	Windows
<a href="#">WildIX</a>	IAX2	Windows

Πίνακας : Asterisk και Softphones.

- ***Πλεονεκτήματα Προγράμματος***

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα μίας λύσης Asterisk είναι τα εξής:

- Ικανοποιητικά επίπεδα συμβατότητας,
- Ταχύτατη ανάπτυξη και
- Σημαντικά χαμηλότερο κόστος.

Αναφορικά με το επίπεδο συμβατότητας, πρέπει να αναφερθεί ότι το Asterisk είναι σε θέση να συνεργαστεί με την τηλεφωνία IP, καθώς επίσης με τα POTS (παλαιότερη υπηρεσία φωνής), και τα αναλογικά τηλέφωνα. Η προσέγγιση αυτή, αλλάζει σημαντικά τα δεδομένα του χώρου της τηλεφωνίας και διαμορφώνει μία ταχύτατα αναπτυσσόμενη αγορά IPBX.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας αυτής είναι αξιόλογη, δεδομένου ότι χιλιάδες άνθρωποι σε όλο τον κόσμο εργάζονται πάνω στο Asterisk, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην βελτίωση του κώδικα και κατά συνέπεια του τελικού προϊόντος. Με άλλα λόγια εμπεριέχει τη δυναμική που διέπει αυτό το είδος λογισμικού.

Τέλος, το χαμηλό κόστος, προκύπτει κατά κύριο λόγο από το γεγονός ότι είναι ένα πρόγραμμα ανοικτού κώδικα, και είναι ελεύθερο λογισμικό. Επιπλέον, δε θα πρέπει να μη ληφθεί υπόψη το ότι δεν απαιτείται υψηλό κόστος σε σχέση με την αρχιτεκτονική, δεδομένου ότι μπορεί να ενσωματωθεί σε μία υπάρχουσα δικτυακή υποδομή. Αναφορικά με το κόστος κτήσης και τις άδειες χρήσης, είναι ανύπαρκτα, δηλαδή μηδενικά. Το χαρακτηριστικό αυτό ωστόσο χρήζει περαιτέρω ανάλυσης, δεδομένου ότι προβληματίζει ορισμένους οικονομικούς οργανισμούς, σε σχέση με την παρεχόμενη ποιότητα της προσφερόμενης λύσης [8].

Ειδικότερα, εφόσον δεν είναι ένα εμπορικό λογισμικό, ο κώδικας είναι διαθέσιμος σε όλους. Επιπλέον, είναι συμβατό με το Λειτουργικό Σύστημα Linux, τη δημοφιλέστερη πλατφόρμα εφαρμογών σε Open Source και ενδεχομένως ασφαλέστερη από αυτή των Windows. Έτσι στα πρωταρχικά πλεονεκτήματα του Asterisk θα πρέπει να ληφθούν επιπλέον υπόψη τα χαρακτηριστικά των προγραμμάτων ανοικτού κώδικα. Συνεπώς, ορισμένα επιπρόσθετα πλεονεκτήματα σχετικά με τη χρήση του Asterisk είναι τα ακόλουθα :

- **Αξιοπιστία**
- **Αποδοτικότητα**
- **Επεκτασιμότητα**
- **Ασφάλεια δεδομένων**
- **Προστασία από κακόβουλο λογισμικό**

Υπάρχουν περίπου 60.000 ιοί για Windows και περίπου 40 για GNU/Linux.

- **Χαμηλό κόστος λειτουργίας (Total Cost of Ownership)**
- **Ευκολότερες και πιο οικονομικές επεκτάσεις**

Επειδή ο χρήστης διαθέτει πρόσβαση στον κώδικα του λογισμικού που χρησιμοποιεί μπορεί να ζητήσει επεκτάσεις ή αλλαγές από οποιονδήποτε. Ο κατασκευαστής δηλαδή δεν διαθέτει μονοπωλιακή δύναμη. Επιπλέον, αναφέρεται χαρακτηριστικά [10] «*With Asterisk, the sky is the limit*».

- **Διαρκής και εκτενής υποστήριξη**

Οι κατασκευαστές εμπορικού λογισμικού διορθώνουν μόνο τα πιο ενοχλητικά από τα προβλήματα των εφαρμογών τους και υποχρεώνουν τους πελάτες τους να αγοράζουν

νέες αναβαθμίσεις ακόμη κι αν δεν τις χρειάζονται, σταματώντας την υποστήριξη των παλαιότερων εκδόσεων του προγράμματος.

- **Το μέλλον ανήκει στο ανοικτό λογισμικό**

Το 49% των Ευρωπαίων CIOs (Chief Information Officers) δηλώνει ότι θα υιοθετήσει εφαρμογές Open Source στην επιχείρησή του λόγω χαμηλότερου κόστους λειτουργίας (54%), χαμηλότερης δαπάνης αγοράς (24%), μεγαλύτερου ελέγχου (22%) και υψηλότερης ασφάλειας δεδομένων (22%) [8].

- ***Το μέλλον του Asterisk***

Το Asterisk, έχει καταστεί σαφές ότι είναι ιδιαίτερα δημοφιλές και αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς. Αυτό οφείλεται αφενός στη φύση του συγκεκριμένου λογισμικού, και αφετέρου στην αέναη επιθυμία ενός οργανισμού να καλύπτει τις ανάγκες του με εξατομικευμένο τρόπο και με χαμηλό κόστος.

Τα παραπάνω στοιχεία προδιαθέτουν για ένα ιδιαίτερα ευόιο μέλλον της συγκεκριμένης τεχνολογικής πλατφόρμας. Μάλιστα, ο Jeff Pulver ο οποίος χαρακτηρίζεται ως VoIP guru έχει δηλώσει τα εξής: «Αναπτύσσουν ένα sophisticated PBX σε ένα PC με (δυνατότητες) ενός PBX αξίας \$100.000 ... Θα είναι ένα κορυφαίας ποιότητας PBX που τρέχει σε Linux. Θα μπορείτε να έχετε ένα PBX στο κόστος ενός PC».

Επιπλέον, ο Jon 'Maddog', πρόεδρος του Linux International, σε δηλώσεις του ισχυρίστηκε ότι «Προβλέπω ότι τα επόμενα τρία έτη, οι εφαρμογές VoIP που χρησιμοποιούν υλοποιήσεις ανοικτού-κώδικα, όπως το Asterisk θα παραγάγουν περισσότερη επιχειρηματική δραστηριότητα από ολόκληρη την αγορά του Linux σήμερα» [1].

- ***Success Stories***

Σήμερα, τόσο το Asterisk, όσο και το Switchvox χρησιμοποιούνται παγκοσμίως από χιλιάδες επιχειρήσεις και οργανισμούς σε περισσότερες από 170 χώρες [10]. Στον κατάλογο αυτόν συγκαταλέγονται οργανισμοί όπως η Google, το Πανεπιστήμιο της Pennsylvania, ο Αμερικάνικος στρατός, όπως επίσης και η IBM.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται ορισμένες χαρακτηριστικές περιπτώσεις επιτυχών εφαρμογών τηλεφωνικών συστημάτων με Asterisk. Τα στοιχεία, παρατίθενται σε μορφή πινάκων, ενώ η βασική κατηγοριοποίηση αφορά το είδος του οργανισμού που έχει προβεί στην υιοθέτηση μίας λύσης Asterisk. Επιπλέον, μπορεί κανείς να αντλήσει περισσότερες πληροφορίες για τα στοιχεία κάθε υλοποίησης, ανατρέχοντας στο κεφάλαιο της βιβλιογραφίας, με βάση την παραπομπή της αναφοράς.

<i>Project-Φορέας</i>	<i>Προϊόν</i>	<i>Πληροφορίες</i>	<i>Αναφορά</i>
Εκπαίδευση			
IT Centers Universities of Portugal	Asterisk (IP PBX system)	Μείωση του επικοινωνιακού κόστους κατά 20% αναπτύσσοντας μία λύση VoIP σε 48 κολέγια, πανεπιστημιακά ιδρύματα και πολυτεχνικές σχολές της Πορτογαλίας.	[19]
Bisk Education	Asterisk (hybrid telecom system)	Μετατροπή ενός digital Nortel PBX TS-1000 σε ένα υβριδικό τηλεπικοινωνιακό σύστημα, χρησιμοποιώντας Asterisk, εξοικονομώντας τελικά περισσότερα από \$150,000.	[20]
University of Pennsylvania	Asterisk (Campus-Wide Unified Messaging Platform)	Από κοινού ανάπτυξη και διαχείριση μίας πιλοτικής επικοινωνιακής πλατφόρμας για την κάλυψη των αναγκών της πανεπιστημιούπολης.	[21]

Πίνακας 8: Εφαρμογές Asterisk σε εκπαιδευτικά ιδρύματα.

<i>Project-Φορέας</i>	<i>Προϊόν</i>	<i>Πληροφορίες</i>	<i>Αναφορά</i>
Δήμοι			
<u>Cheektowaga, New York</u>	Asterisk 1.6	Ένα προάστιο της Νέας Υόρκης αποφάσισε να αντικαταστήσει το υπάρχον αναλογικό τηλεφωνικό σύστημα που χρησιμοποιούσε με μία υποδομή VoIP που θα μείωνε το επικοινωνιακό κόστος το οποίο μέχρι τότε επιβάρυνε τους 96.000 κατοίκους της περιοχής.	[22]
<u>Nimble Group</u>	Asterisk, (SUSE Linux Enterprise Servers, και SUSE Linux Enterprise	Μία επιχείρηση διαχείρισης χρηματοπιστωτικού κινδύνου στο Cape Town της Νότιας Αφρικής χρησιμοποίησε το Asterisk	[23]

	High Availability Extension)	για να υποστηρίξει τη ραγδαία ανάπτυξη του τηλεφωνικού της κέντρου.	
Taguig City, Philippines	4 Asterisk servers σε δύο διαφορετικές περιοχές	Ένα σημαντικό βιομηχανικό και εμπορικό κέντρο στις Φιλιππίνες που συμβάλλει σημαντικά στην ενίσχυση της οικονομίας των Φιλιππινών, αντικατέστησε το υπάρχον Panasonic PBX, το οποίο παρείχε περιορισμένη λειτουργικότητα με μία λύση Asterisk.	[24]
<u>Blagosostoyanie</u>	Asterisk (IP PBX system)	Το μεγαλύτερο μη κυβερνητικό ίδρυμα συνταξιοδότησης στη Ρωσία με περισσότερους από 1,5 εκατομμύριο πελάτες εγκαθιστά το Asterisk, αναπτύσσοντας ένα καταναμημένο σύστημα IP-PBX.	[25]
<u>City of Pforzheim</u>	Asterisk (IP PBX system)	Ένας γερμανικός δήμος αναπτύσσει μία λύση PBX για να επωφεληθεί των πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας VoIP.	[26]
<u>City Of Schoten</u>	Asterisk (IP PBX system)	Μία πόλη στο κέντρο του Βελγίου που απαριθμεί 33,000 κατοίκους ενοποίησε 15 διαφορετικά τηλεφωνικά συστήματα μέσω μίας λύσης PBX Asterisk, μειώνοντας σημαντικά το κόστος συντήρησης και αυξάνοντας παράλληλα την παρεχόμενη λειτουργικότητα.	[27]

Πίνακας 9: Εφαρμογές Asterisk σε δήμους και πόλεις.

<i>Project-Φορέας</i>	<i>Προϊόν</i>	<i>Πληροφορίες</i>	<i>Αναφορά</i>
Ιατρικοί Οργανισμοί			

<u>Emdeon Business Services</u>	Asterisk Business Edition	Αναπτύχθηκε μία λύση Asterisk η οποία ενσωματώθηκε στο υπάρχον Πληροφοριακό Σύστημα MMIS (Medicaid Management Information System), παρέχοντας ιατρικές υπηρεσίες σε κατάσταση 24x7. Η εν λόγω λύση μάλιστα επικράτησε άλλων, γνωστών Software Houses όπως για παράδειγμα των IBM και Microsoft.	[28]
---------------------------------	---------------------------	--	------

Πίνακας 10: Εφαρμογές Asterisk για την παροχή ιατρικών υπηρεσιών.

<i>Project-Φορέας</i>	<i>Προϊόν</i>	<i>Πληροφορίες</i>	<i>Αναφορά</i>
Επιχειρήσεις			
<u>Michigan Caterpillar</u>	Asterisk	Η επιχείρηση Michigan Cat αποφάσισε να υλοποιήσει μία λύση Asterisk αντικαθιστώντας το υπάρχον αναποτελεσματικό τηλεφωνικό σύστημα Avaya 8500 Definity G3 μειώνοντας τελικά το κόστος του τηλεφωνικού κέντρου κατά 40%.	[29]
<u>Boyle Transportation</u>	Asterisk-based custom applications	Για τη γνωστή εταιρία φορτηγών Boyle Transportation η ποιότητα των τηλεφωνικών υπηρεσιών είναι κρίσιμης σημασίας. Αρχικά διατηρούσε ένα τηλεφωνικό σύστημα της CISCO, αλλά διαπιστώθηκε τελικά ότι τα χαρακτηριστικά του συστήματος ήταν ανεπαρκή, το κόστος αδειοδότησης υψηλό και οι παρεχόμενες	[30]

		<p>υπηρεσίες δεν κάλυπταν τις τρέχουσες ανάγκες του τηλεφωνικού κέντρου. Έτσι, ανέπτυξε πολλαπλές custom εφαρμογές τύπου Switchvox και με τον τρόπο αυτό ενοποίησε αποτελεσματικότερα το IVR με τις εφαρμογές ERP (Enterprise resource Planning) και CRM (Customer Relationship Management), εξοικονομώντας χιλιάδες δολλαρίων.</p>	
<u>Longchamp</u>	Asterisk Business Edition	<p>Μία επιχείρηση δερμάτινων ειδών η Longchamp αναζητούσε ένα τηλεφωνικό σύστημα που θα κάλυπτε τις τρέχουσες ανάγκες, αλλά επιπλέον θα είχε τη δυνατότητα επέκτασης για την κάλυψη των τηλεπικοινωνιακών αναγκών που θα ανέκυπταν στο μέλλον. Τελικά η λύση προήλθε από το Asterisk Business Edition.</p>	[31]
<u>US Army</u>	Intuit Innovation's custom Asterisk-based solution	<p>Οι εγχώριες τηλεφωνικές υπηρεσίες του στρατιωτικού προσωπικού της Αμερικής στο Ιράκ παρέχονται από μία εφαρμογή Asterisk.</p>	[32]
<u>The Symbian Foundation</u>	Asterisk-based solution	<p>Ο ανεξάρτητος μη κερδοσκοπικός οργανισμός «<u>The Symbian Foundation</u>», υιοθέτησε το Asterisk ως επικοινωνιακό εργαλείο και μεταξύ άλλων, η απόφαση αυτή συνάδει και με την ίδια φιλοσοφία του οργανισμού για την ανάπτυξη ανοικτού λογισμικού.</p>	[33]
<u>LAIKA</u>	Asterisk (Integration with existing system)	<p>Η εταιρία κινούμενων σχεδίων, γνωστή για την ταινία «<i>Coraline</i>», χρειαζόταν μία προσαρμόσιμη επικοινωνιακή πλατφόρμα,</p>	[34]

		κατάλληλη να καλύψει τις εξατομικευμένες ανάγκες της. Το υπάρχον τηλεφωνικό σύστημα ήταν πλέον ανεπαρκές και για το λόγο αυτό υιοθέτησε μία λύση που βασίζεται στο Asterisk, ενοποιώντας την εφαρμογή με το υπάρχον OpenLDAP σύστημα διαχείρισης χρηστών.	
<u>La Poste</u>	Asterisk	Ο οργανισμός La Poste της Γαλλίας, κατάφερε να εξοικονομήσει σχεδόν \$ 400,000 επενδύοντας σε μία λύση Asterisk, για τους χρήστες που στελεχώνουν το τμήμα Διαχείρισης Ανθρώπινου Δυναμικού.	[35]
<u>Integratics</u>	Asterisk (IP PBX system)	Η <u>Integratics</u> ανέπτυξε το λογισμικό Enswitch για την παροχή υπηρεσιών VoIP σε παρόχους PBX. Το Enswitch βασίζεται σε πλατφόρμες ανοικτού λογισμικού όπως Asterisk, OpenSER, MySQL, κτλ.	[36]
<u>Airship Ventures</u>	Asterisk 1.4.17	Η <u>Airship Ventures</u> είναι μία εταιρία που ιδρύθηκε το 2007 και ήταν υπεύθυνη για τη μεταφορά των αεροσκαφών Zeppelin NT στις ΗΠΑ. Οι τηλεπικοινωνιακές της ανάγκες καλύπτονται από το Asterisk.	[37]

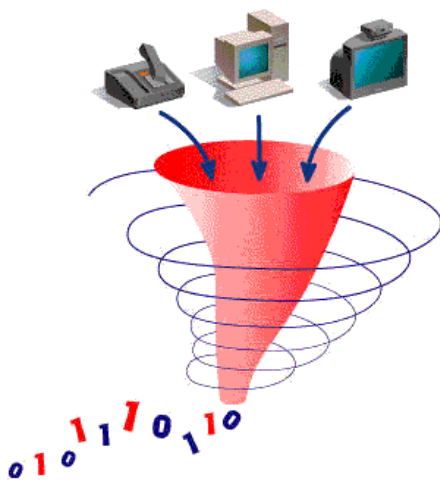
Πίνακας 11: Εφαρμογές Asterisk για την κάλυψη επιχειρησιακών αναγκών.



## • Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Η χρήση ψηφιακών τηλεφωνικών συστημάτων, χρησιμοποιώντας το Διαδίκτυο είναι ευρύτατα γνωστή και κοινή πρακτική για πληθώρα εφαρμογών. Μία τέτοια λύση μπορεί να σχεδιαστεί και να προσαρμοστεί στις εκάστοτε ανάγκες. Έτσι, μειώνεται σημαντικά το κόστος υποδομής και συντήρησης καθώς και το συνολικό κόστος τηλεπικοινωνιακών εξόδων. Η καρδιά του συστήματος βρίσκεται σε έναν κεντρικό διακομιστή (server) όπου είναι εγκατεστημένα το λειτουργικό σύστημα, το λογισμικό Asterix, και μια διαδικτυακή διεπαφή (web interface). Η αρχιτεκτονική αυτή επιτρέπει με απλό και άμεσο τρόπο την διαχείριση της λειτουργίας του τηλεφωνικού κέντρου και του τερματικού εξοπλισμού του. Το εξειδικευμένο λογισμικό διαχείρισης τηλεφωνίας σε συνδυασμό με τον κεντρικό και περιφερειακό εξοπλισμό IP, προσφέρει προηγμένες εφαρμογές τηλεφωνίας, εκμεταλλευόμενο την υπάρχουσα υποδομή πληροφορικής.

Σημαντικό ρόλο στην παραπάνω δομή, διαδραματίζουν τα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Τα πρωτόκολλα κλήσεων VoIP είναι πρωτόκολλα επικοινωνίας που αποκλειστικό σκοπό έχουν να μεταφέρουν τα ψηφιοποιημένα πακέτα φωνής μέσω του πρωτοκόλλου IP. Αφού λοιπόν, οι codecs μετατρέψουν τα αναλογικά σε ψηφιακά δεδομένα, αναλαμβάνουν τα πρωτόκολλα τη μεταφορά των δεδομένων. Το Asterisk υποστηρίζει τα περισσότερα γνωστά πρωτόκολλα τηλεφωνίας IP όπως είναι τα εξής: IAX, [SIP](#), H.323, MGCP, SCCP (Cisco's proprietary protocol), κτλ. Ωστόσο, πολλοί είναι αυτοί που ισχυρίζονται ότι το SIP είναι αυτό που θα επικρατήσει στο μέλλον και ήδη το υποστηρίζουν οι περισσότερες νέες συσκευές. Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται ορισμένα χρήσιμα στοιχεία αναφορικά με τα βασικά υποστηριζόμενα πρωτόκολλα.



Εικόνα 4: Ψηφιακά τηλεφωνικά συστήματα (PBX).

- ***VoIP***

Το VoIP (Voice over Internet Protocol) είναι ένα πρωτόκολλο τηλεφωνίας χρησιμοποιώντας την ευρυζωνική σύνδεση στο Διαδίκτυο. Οι παραδοσιακές τηλεφωνικές υπηρεσίες παίρνουν τη φωνή και την μετατρέπουν σε ηλεκτρονικό σήμα, το οποίο μεταδίδεται μέσω εταιρικών τηλεφωνικών καλωδίων. Το σήμα αυτό μετατρέπεται στη συνέχεια σε ήχο, μέσω του τηλεφώνου δέκτη.

Από την άλλη πλευρά, το VoIP διαχειρίζεται τη φωνή όπως και κάθε άλλη πληροφορία που αποστέλλεται μέσω Διαδικτύου, μετατρέποντας την σε πακέτα δεδομένων. Τα πακέτα αυτά κωδικοποιούνται σε αρχεία δεδομένων, αποστέλλονται μέσω Διαδικτύου και κωδικοποιούνται πάλι σε ήχο από κάποιον υπολογιστή ή άλλη συσκευή (για παράδειγμα έναν μετατροπέα τηλεφώνου VoIP). Η διαδικασία αυτή είναι σημαντικά πιο οικονομική από τις παραδοσιακές φωνητικές κλήσεις.

- ***Πλεονεκτήματα***

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του VoIP είναι το μειωμένο κόστος. Οι υπηρεσίες VoIP είναι πολύ φθηνότερες από τις παραδοσιακές επίγειες υπηρεσίες και, σε ορισμένες περιπτώσεις, ακόμα και δωρεάν. Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα του VoIP είναι η φορητότητά του – καθώς χρησιμοποιεί το παγκόσμιο δίκτυο του Διαδικτύου, οι χρήστες δεν δεσμεύονται με κάποια συγκεκριμένη τοποθεσία, για διάφορες υπηρεσίες. Αρκεί να έχει κανείς έναν υπολογιστή, ευρυζωνική σύνδεση και, σε ορισμένες περιπτώσεις, έναν προσαρμογέα τηλεφώνου, μπορεί να κάνει κλήσεις χρησιμοποιώντας το λογαριασμό του VoIP.

- ***Τύποι υπηρεσιών VoIP***

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι χρήσης VoIP τα διαδικτυακά τηλέφωνα και τα τηλέφωνα που βασίζονται σε SIP. Τα διαδικτυακά τηλέφωνα, γνωστά και ως softphone, είναι εφαρμογές λογισμικού που μετατρέπουν τον υπολογιστή σε τηλέφωνο. Το λογισμικό είναι κατά κύριο λόγο δωρεάν, διατίθεται με απευθείας λήψη από το Διαδίκτυο και το μόνο που χρειάζεται για να λειτουργήσει είναι μια ενεργή σύνδεση Διαδικτύου και δυνατότητες ήχου.

Οι προσαρμογείς VoIP που βασίζονται σε SIP συνδέουν το τηλέφωνό στο Διαδίκτυο, μέσω μιας συσκευής, συνήθως δρομολογητή, προσαρμογέα τηλεφώνου ή τηλεφώνου IP. Ωστόσο, προκειμένου να λειτουργήσει χρειάζεται να πληρωθεί μία συνδρομή σε πάροχο υπηρεσιών.

- ***SIP-based VoIP***

Το πρωτόκολλο SIP (Session Initiation Protocol) είναι ένα πρωτόκολλο επιπέδου εφαρμογών για την αρχικοποίηση, την τροποποίηση και τον τερματισμό μιας interactive συνεδρίας μεταξύ χρηστών, η οποία συμπεριλαμβάνει στοιχεία πολυμέσων όπως βίντεο, φωνή, άμεση αποστολή και λήψη μηνυμάτων, διαδικτυακά παιχνίδια και εικονική πραγματικότητα. Με άλλα λόγια, είναι το σύστημα που χρησιμοποιείται για την αποστολή και τη λήψη αρχείων δεδομένων μέσω Διαδικτύου. Το SIP είναι ένα ανοιχτό πρότυπο, το οποίο επιτρέπει μεγαλύτερη συνεργασία μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών που βασίζονται σε SIP.

Οι προσαρμογείς VoIP που βασίζονται σε SIP συνδέουν το τηλέφωνό στο Διαδίκτυο, μέσω μιας συσκευής, συνήθως δρομολογητή, προσαρμογέα τηλεφώνου ή τηλεφώνου IP. Προκειμένου να λειτουργήσει χρειάζεται να πληρωθεί συνδρομή σε πάροχο υπηρεσιών.

Υπάρχουν ασύρματοι δρομολογητές VoIP, για χρήση με τα υπάρχοντα δίκτυα VoIP που παρέχονται από ορισμένους παροχείς υπηρεσιών. Καθώς διαθέτουν θύρες LAN, θύρες WAN, θύρες σύνδεσης συσκευών τηλεφώνου και θύρες τηλεφωνικών γραμμών. Οι συνδρομητές μπορούν να εκμεταλλευτούν την ευρυζωνική τους σύνδεση για φωνητικές κλήσεις και κλήσεις δεδομένων. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να κάνουν κοινή χρήση της διαδικτυακής τους σύνδεσης χωρίς καλώδια, να προστατεύουν το δίκτυό τους με το ενσωματωμένο, προηγμένο τείχος προστασίας και να δέχονται φωνητικές κλήσεις μετά από εγγραφή ως συνδρομητές στον πάροχο υπηρεσιών VoIP.

- ***SIP***

Το SIP είναι ένα πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε από την ομάδα εργασίας IETF, MMUSIC ως πρότυπο για την έναρξη, την διαμόρφωση, και τη λήξη μιας διαλογικής συνόδου χρηστών περιλαμβάνοντας στοιχεία πολυμέσων όπως, βίντεο, φωνή, instant messaging, online παιχνίδια, κτλ. Τον Νοέμβριο του 2000, το SIP έγινε αποδεκτό ως ένα 3GPP signaling protocol καθιερώνοντας το ως μόνιμο στοιχείο της IMS αρχιτεκτονικής [2].

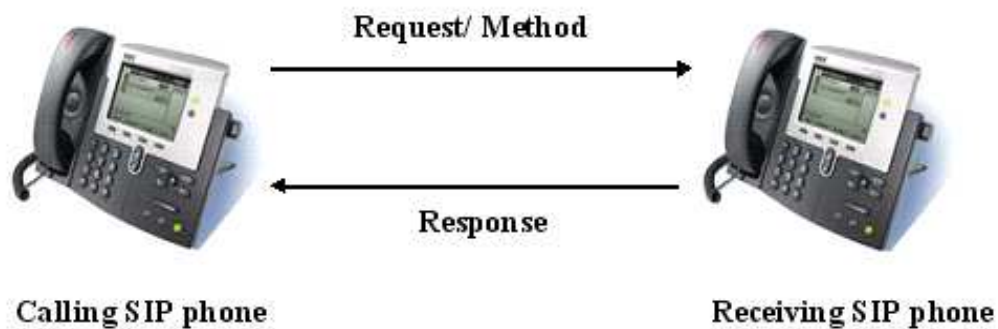
Ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά του SIP που το καθιστούν ξεχωριστό συγκριτικά με τα υπόλοιπα πρωτόκολλα σηματοδοσίας είναι τα εξής [6]:

- Τα μηνύματα SIP είναι text-based και κατά συνέπεια είναι εύκολο να διαβαστούν και να διορθωθούν. Επομένως, η υλοποίηση νέων υπηρεσιών γίνεται πιο εύκολη για τους σχεδιαστές-προγραμματιστές.
- Το SIP επαναχρησιμοποιεί διάφορες υπάρχουσες υπηρεσίες και πρωτόκολλα του Διαδικτύου όπως DNS, RTP, RSVP κλπ.

- Μπορούν εύκολα να ορισθούν νέα SIP extensions, επιτρέποντας στους οργανισμούς παροχής VoIP επικοινωνιών να προσθέτουν στα προϊόντα τους νέες υπηρεσίες.
- Το πρωτόκολλο SIP είναι ανεξάρτητο από το στρώμα μεταφοράς του δικτύου IP. Μάλιστα, χρησιμοποιεί είτε το User Datagram Protocol (UDP) ή το Transmission Control Protocol (TCP).
- Υποστήριξη πολλών-συσκευών στις συνόδους επικοινωνίας. Για παράδειγμα, εάν μια επικοινωνία παρέχει υπηρεσίες φωνής και βίντεο, οι δύο παραπάνω τύποι δεδομένων μπορούν να ληφθούν και να αποσταλούν από δύο διαφορετικές συσκευές.

Το πρωτόκολλο μοιάζει με το HTTP, βασίζεται σε κείμενο και είναι πολύ ανοιχτό και ευέλικτο. Κατά συνέπεια, έχει αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό το πρότυπο H 323 και κατέχει ηγετική θέση στα signaling protocols για χρήση στο Voice over IP.

Το SIP περιγράφει την επικοινωνία που χρειάζεται για την πραγματοποίηση μιας τηλεφωνικής κλήσης. Για τη διεύθυνση όλων των κλήσεων SIP στο δίκτυο υπεύθυνος είναι ο διακομιστής SIP που αποτελεί το κύριο μέρος ενός IP PBX. Το SIP χρησιμοποιεί μεθόδους/αιτήσεις και αντίστοιχες αποκρίσεις για να πραγματοποιήσει μια τηλεφωνική σύνοδο, όπως φαίνεται και στις ακόλουθες εικόνες.



Εικόνα 5: Τηλεφωνική σύνοδος μέσω SIP.

<u>Αιτήσεις SIP (6 βασικοί τύποι αιτήσεων/ μεθόδων)</u>	<u>Αποκρίσεις SIP</u>
INVITE = Προσκαλεί μία σύνοδο	Οι αιτήσεις SIP που αναφέρονται παραπάνω απαντούνται με αποκρίσεις SIP, που ανήκουν στις εξής 6 κατηγορίες:
ACK = Επιβεβαιώνει μία αίτηση INVITE (πρόσκλησης)	1xx = πλήρως ορισμένες αποκρίσεις, (π.χ. 180 που σημαίνει κωδονισμό)
BYE = Τερματίζει μία σύνοδο	2xx = αποκρίσεις επιτυχίας, (π.χ. 200 που σημαίνει απάντηση)
CANCEL = Ακυρώνει την πραγματοποίηση μίας συνόδου	3xx = αποκρίσεις επανακατεύθυνσης
REFER = Αναφέρεται στον αριθμό κλήσης μιας συνόδου	4xx = αποτυχίες αίτησης
NOTIFY = Ενημερώνει ότι πραγματοποιείται μια σύνοδο	5xx = σφάλματα διακομιστή
REGISTER = Διαβιβάζει τη θέση του χρήστη (όνομα κεντρικού υπολογιστή, IP)	6xx = καθολικές αποτυχίες
OPTIONS = Διαβιβάζει πληροφορίες σχετικά με τις δυνατότητες των τηλεφώνων SIP που συμμετέχουν στην κλήση	

Εικόνα 6: Χρησιμοποιούμενες μέθοδοι και αποκρίσεις στο SIP.

- **Σχέδιο Πρωτοκόλλου**

Οι πελάτες στο SIP παραδοσιακά χρησιμοποιούν πακέτα TCP και UDP στην πόρτα 5060 για να συνδεθούν με τους κεντρικούς υπολογιστές SIP και τα άλλα τερματικά SIP. Το SIP χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση κλήσεων που περιλαμβάνουν voice ή video. Παρόλα αυτά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε εφαρμογή όπου απαιτείτε η πραγματοποίηση μιας κλήσης. Συνήθως περιλαμβάνουν, Subscription, Notification, Terminal mobility κτλ. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός SIP-related RFCs που καθορίζουν τον τρόπο για τέτοιες εφαρμογές. Όλες η voice/video επικοινωνίες βασίζονται σε separate transport protocols, κοινώς RTP.

Μέσω του SIP έχει επιτευχθεί η δημιουργία ενός signaling και call setup πρωτοκόλλου για τις IP-based επικοινωνίες που παρέχει μία πλειάδα call processing functions και features γνωστά από τις επικοινωνίες μέσω του κλασικού (PSTN) τηλεφωνικού δικτύου. Το πρωτόκολλο SIP από μόνο του δεν καθορίζει αυτά τα χαρακτηριστικά, ο στόχος του είναι να καθορίζει τα call-setup και signaling των κλήσεων. Εντούτοις έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει την δημιουργία αυτών των features μέσω των δικτυακών στοιχείων πχ Proxy Servers και User Agents. Υπό αυτήν τη μορφή αυτά τα features λειτουργούν όπως και στα κλασικά τηλεφωνικά δίκτυα: πληκτρολόγηση ενός αριθμού, κωδονισμός, λήψη σήματος κατειλημμένου. Η εφαρμογή και η ορολογία είναι διαφορετικά στο SIP το αποτέλεσμα όμως για τον τελικό χρήστη δεν διαφέρει καθόλου.

Στα SIP enabled τηλεφωνικά δίκτυα μπορούν να εφαρμοστούν πολλά και πιο advanced call processing features που εφαρμόζονται στο Signaling System 7 (SS7), παρόλο που τα δυο πρωτόκολλα είναι εντελώς διαφορετικά. Το SS7 είναι ένα highly centralized protocol που χαρακτηρίζετε από μία εξαιρετικά πολύπλοκη κεντρική δικτυακή αρχιτεκτονική και απλά τερματικά (όπως οι κλασικές τηλεφωνικές συσκευές). Από την άλλη το SIP είναι ένα πρωτόκολλο peer-to-peer. Ως τέτοιο χρειάζεται ένα απλό κεντρικό δίκτυο με τη νοημοσύνη να διανέμεται στα άκρα του δικτύου, ενσωματώνοντας την στα τερματικά που

μπορεί να είναι software (soft phones) ή hardware (VoIP phones). Άρα το SIP εφαρμόζεται στα άκρα του δικτύου το αντίθετο από τα κλασικά τηλεφωνικά δίκτυα SS7 που εφαρμόζεται στο δίκτυο.

Παρόλο που υπάρχουν αρκετά signaling protocols για το VoIP οι υπέρμαχοι του SIP υποστηρίζουν ότι προέρχεται από την IP κοινότητα και όχι από την βιομηχανία τηλεπικοινωνιών. Το SIP έχει τυποποιηθεί και καθοδηγηθεί κυρίως από το IETF ενώ το H.323 ως πρωτόκολλο για το VoIP έχει παραδοσιακά συνδεθεί με το ITU. Εντούτοις οι δύο οργανώσεις έχουν επικυρώσει και τα δύο πρωτόκολλα

Το SIP δουλεύει σε συνεργασία με αρκετά άλλα πρωτόκολλα και ασχολείται μόνο με το signaling portion στην πραγματοποίηση μιας κλήσης. Το SIP λειτουργεί ως φορέας για το Session Description Protocol (SDP), το οποίο περιέχει τις media πληροφορίες για την κλήση για παράδειγμα ποια πόρτα θα χρησιμοποιηθεί, ποιος codec κλπ. Στην ουσία οι κλήσεις του SIP είναι απλά μετάδοση δεδομένων που περιέχουν το Real-time Transport Protocol (RTP). Το Real-time Transport Protocol (RTP) είναι ο φορέας που μεταφέρει τις πληροφορίες για το voice ή το video.

Η πρώτη standard έκδοση που ανακοινώθηκε ήταν η SIP 2.0 και περιγράφεται στο RFC 2543. Το SIP, όπως αναφέρθηκε ήδη μοιάζει με το HTTP και βασίζεται στις ίδιες σχεδιαστικές αρχές: έχει δομηθεί με την λογική του request-response. Επίσης το SIP μοιράζεται με το HTTP αρκετούς status codes, όπως το γνωστό '404 not found'. Οι υπέρμαχοι του SIP υποστηρίζουν ότι είναι αρκετά πιο απλό από το H.323. Πάντως, αρκετοί μπορούν να του χρεώσουν το ότι, ενώ στην αρχή ήταν αρκετά απλό στις πρόσφατες εκδόσεις του έχει αρχίσει να γίνεται πολύπλοκο όπως και το H.323. Κάποιοι άλλοι υποστηρίζουν ότι το SIP δεν είναι σταθερό πρωτόκολλο με πιθανά failover μη αποδεκτά από stateful πρωτόκολλα όπως το H.323.

- ***Πλεονεκτήματα***

Το SIP χρησιμοποιείται από δύο τερματικά σημεία για να την διαπραγμάτευση μίας κλήσης. Με τον όρο διαπραγμάτευση αναφέρεται το μέσο (κείμενο, φωνή κλπ), την μεταφορά (συνήθως μέσω του RTP, Real Time Protocol) και την κωδικοποίηση (codec). Όταν η διαπραγμάτευση πετύχει, τα δύο τερματικά σημεία χρησιμοποιούν την επιλεγμένη μέθοδο για να μιλήσουν το ένα στο άλλο ανεξάρτητα του SIP. Όταν η κλήση τελειώσει, το SIP χρησιμοποιείται για να δηλώσει τον τερματισμό της. Το SIP και οι επεκτάσεις του επίσης παρέχουν και λειτουργίες άμεσων μηνυμάτων, εγγραφής και παρουσίας.

Ένα σημείο τερματισμού στην διάλεκτο του SIP λέγεται user agent. Αυτό μπορεί να είναι ένα soft phone, ένας instant messenger, ένα IP τηλέφωνο ή και ένα απλό τηλέφωνο. Κέντροποιημένες υπηρεσίες, όπως τους proxies ή τους servers εφαρμογών, παρέχονται από των server user agent.

Η λειτουργία του SIP δεν χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη πολυπλοκότητα, αλλά εξαιτίας της απλότητας είναι σημαντικό για το πρωτόκολλο να είναι σταθερό. Η απλότητα

του SIP πάντως σε καμία περίπτωση δεν περιορίζει της δυνατότητες του, καθώς βρίσκει εφαρμογή σε πληθώρα λειτουργιών. Παρόμοια με το HTTP, έτσι και στο SIP εκατοντάδες επεκτάσεις υπάρχουν ήδη και καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος από εφαρμογές.

Αναφορικά με τα πλεονεκτήματα χρήσης του SIP, ορισμένοι ισχυρίζονται: «*ότι έκανε το HTTP για το Web, το SIP θα το κάνει για της τηλεπικοινωνίες*». Το SIP έχει κορυφαίο αντίκτυπο στην βιομηχανία τηλεπικοινωνιών. Οι παραδοσιακές εταιρίες τεχνολογίας έχουν αποφασίσει να τυποποιήσουν το SIP για όλες της μελλοντικές τους εφαρμογές. Οι κατασκευαστές VoIP και instant messaging εφαρμογών (π.χ. MSN Messenger) το έχουν ήδη κάνει.

Συνοπτικά, τα πλεονεκτήματα του SIP έναντι των άλλων πρωτοκόλλων σηματοδότησης και των τεχνολογιών σημείο-προς-σημείο είναι τα εξής:

- **Σταθερότητα:** Το πρωτόκολλο χρησιμοποιείται ήδη αρκετά χρόνια.
- **Ταχύτητα:** Το UTP πρωτόκολλο είναι εξαιρετικά αποδοτικό.
- **Ευελιξία:** Το πρωτόκολλο είναι βασισμένο σε κείμενο και είναι εύκολα επεκτάσιμο.
- **Ασφάλεια:** Δυνατότητα κρυπτογράφησης (SSL, S/MIME) και πιστοποίησης.
- **Τυποποίηση:** Σε ολόκληρη την βιομηχανία τηλεπικοινωνιών το SIP γίνεται πλέον το standard. Άλλες τεχνολογίες ακόμα και να έχουν κάποια πλεονεκτήματα έναντι του SIP, στερούνται της ευχέρειας χρήσης.

## • **IAX**

Το IAX χρησιμοποιείται και αυτό για τις συνδέσεις VoIP μεταξύ εξυπηρετητών (server) ή εξυπηρετητών και πελατών (client). Πλέον αναφέρεται ως IAX2, που αποτελεί τη δεύτερη έκδοση του IAX. Το πρωτότυπο IAX έχει αντικατασταθεί πλήρως από το μεταγενέστερο IAX2.

Το IAX2 δημιουργήθηκε από τον Mark Spencer για το Asterisk για σηματοδότηση VoIP. Ο πρωταρχικός σκοπός του πρωτοκόλλου αυτού ήταν να μειώσει το φόρτο δικτύου που δημιουργούνταν από τη χρήση μεταδόσεων πολυμέσων, με ιδιαίτερη έμφαση στις κλήσεις φωνής. Ακόμη στόχος ήταν να παρέχει υποστήριξη για NAT (Network Address Translation). Τελευταίος στόχος να είναι εύκολα χρησιμοποιούμενο πίσω από τείχη προστασίας (firewalls).

Το IAX είναι ένα δυνατό και παράλληλα απλό πρωτόκολλο. Είναι ανεξάρτητο από κωδικοποιητές κι από ροές δεδομένων, που σημαίνει πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μεταφορέας για οποιοδήποτε τύπο δεδομένων. Αυτή η δυνατότητα φαίνεται ιδιαίτερα χρήσιμη, όσο τα βιντεοτηλέφωνα κερδίζουν έδαφος. Το IAX2 χρησιμοποιεί μία ροή

δεδομένων UDP (συνήθως στην πόρτα 4569) για να πραγματοποιηθεί επικοινωνία μεταξύ δύο τερματικών και για σηματοδότηση και για δεδομένα. Όλα η κίνηση της φωνής μεταδίδεται in-band3, κάνοντας το IAX2 πιο ασφαλές και πιο εύκολο να δουλεύει πίσω από NAT (network address translation). Αυτό έρχεται σε αντιπαράθεση με το SIP, που χρησιμοποιεί out-ofband4 RTP ροή για να μεταφέρει τα δεδομένα του.

Το IAX2 υποστηρίζει trunking, που σημαίνει ότι συνδυάζει πολλά κανάλια μέσω μιας και μοναδικής γραμμής. Όταν εφαρμόζεται trunking, τα δεδομένα από πολλαπλές κλήσεις ενώνονται σε ένα ενιαίο σύνολο πακέτων, που σημαίνει ότι ένα IP datagram μπορεί να μεταδώσει πληροφορίες για περισσότερες της μίας κλήσης, μειώνοντας δραστικά το φόρτο του IP δικτύου. Αυτό αποτελεί μεγάλο πλεονέκτημα για τους χρήστες της VoIP τεχνολογίας, όπου οι επικεφαλίδες των IP πακέτων αποτελούν μεγάλο ποσοστό της χρήσης των δικτύων.

Ορισμένα προϊόντα που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο IAX είναι τα εξής [39]:

- Hardware
  - Digium IAXy
  - Freshtel 3010
  - Antek Abilis CPX
- Server Software
  - Asterisk
  - FreeSWITCH
- Client Software
  - Diax (freeware, for Windows)
  - Firefly (freeware, for Windows)
  - IAXClient (Open Source, for Linux, Mac OS, Windows)
  - IAXPhone (shareware, for Windows)
  - Idefisk (commercial and freeware versions, for Linux, Mac OS, Windows)
  - KiAx (Open Source, for Linux and Windows)
  - LoudHush (shareware, for Mac OS X)
  - PURtel (freeware, for Windows)
  - YakaPhone (Open Source, for Windows and potentially other platforms)
  - ZiAxPhone (freeware, Sharp Zaurus)



- **H.323**

Το H.323 είναι ένα πρωτόκολλο τηλεδιασκέψεων με χρήση πολυμέσων του ITU (International Telecommunication Union). Χρησιμοποιείται για μεταφορά φωνής, βίντεο και δεδομένων τηλεδιασκέψεων πάνω από δίκτυα μεταφοράς πακέτων. Πρόκειται για το πρώτο πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε αλλά αντικαθίσταται από το SIP.

Το H.323 ορίζει πέντε στοιχεία για ένα δίκτυο πολυμέσων, τα εξής:

- **Τερματικά (Terminals)**

Θεωρούνται οι τηλεφωνικές συσκευές και οι υπολογιστές που συνδέουν τους τελικούς χρήστες με το H.323 δίκτυο.

- **Multipoints Control Units (MCUs)**

Τα MCUs είναι υπεύθυνα για τη διαχείριση των τηλεδιασκέψεων. Αποτελούνται από ένα Multipoint Controller (MC) και προαιρετικά ένα Multipoint Processor (MP). Το MC διαχειρίζεται τη σηματοδότηση και το MP διαχειρίζεται την ενοποίηση φωνής, βίντεο και δεδομένων.

- **Πύλες (Gateways)**

Οι πύλες ενώνουν το H.323 δίκτυο με άλλα δίκτυα, όπως για παράδειγμα το PSTN και άλλα H.323 δίκτυα.

- **Gatekeeper.**

Οι Gatekeepers υπάρχουν για τον έλεγχο αποδοχής και τη σωστή διευθυνσιοδότηση. Μπορούν να προσφέρουν δυνατότητες που κανονικά βρίσκονται στα τηλεφωνικά κέντρα.

- **Τερματικά στοιχεία (Border Elements)**

Τα τερματικά στοιχεία βρίσκονται ανάμεσα σε δύο H.323 δίκτυα και συμβάλλουν στη δρομολόγηση των κλήσεων και στην αυθεντικοποίησή τους.

- **Αποτελέσματα**

Ολοκληρώνοντας την εργασία, το βέβαιο είναι ότι αποκτήθηκε ιδιαίτερα χρήσιμη γνώση σε έναν τομέα και ένα τεχνολογικό εργαλείο με πολλές προοπτικές ανάπτυξης. Ένας βασικός σκοπός ήταν να αποδοθεί με κατανοητό και αποτελεσματικό τρόπο η γνώση αυτή, καθώς επίσης και το σύνολο των πληροφοριών που αντλήθηκαν. Αυτό ωστόσο θα αξιολογηθεί σε δεύτερο χρόνο.

Η παρούσα εργασία μπορεί να συμβάλλει έναν ενδιαφερόμενο φοιτητή ή επίδοξο προγραμματιστή στην προσπάθειά του να κατανοήσει τα θεμελιώδη θέματα σχετικά με το Asterisk. Ο προγραμματιστής δε θα ανατρέξει σε αυτό το σύγγραμμα για τη διευθέτηση των πιθανών προβλημάτων που θα ανακύψουν κατά την εγκατάσταση. Ωστόσο όμως, συμβάλλει σε ένα πρωταρχικό στάδιο. Μπορεί δηλαδή κάλλιστα να του δημιουργήσει το ενδιαφέρον να καταπιαστεί με το Asterisk. Και όπως αναφέρουν οι υποστηρικτές του προϊόντος, από εκεί και έπειτα, τα όρια δεν υπάρχουν, μπορεί κανείς να εξαντλήσει τη δημιουργικότητά του.

Τέλος, μία άλλη σημαντική πτυχή που επιχειρήθηκε να αναδειχθεί είναι η δυναμική του Asterisk στις επιχειρήσεις. Μπορεί να αποτελέσει μία ιδιαίτερα συμφέρουσα και άκρως ανταγωνιστική λύση για μία μικρή ή μεσαία επιχείρηση.

- ***Μελλοντική Εργασία και Επεκτάσεις***

Μία ενδιαφέρουσα πρόταση που θα μπορούσε να προάγει το συγκεκριμένο έργο είναι ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη είτε ενός τηλεφωνικού συστήματος ή μίας επικοινωνιακής εφαρμογής για την κάλυψη των αναγκών μίας μικρής επιχείρησης. Η ειδοποιός διαφορά είναι ότι θα προηγηθεί μελέτη της υπάρχουσας κατάστασης, κατανόηση των πραγματικών αναγκών της εταιρίας, αξιολόγηση των ευρημάτων και στη συνέχεια να προταθεί και να υλοποιηθεί μία λύση Asterisk.

Αυτό προϋποθέτει τη συνεργασία με τον οργανισμό, ενώ αυτό με τη σειρά του προϋποθέτει τη διαμεσολάβηση ενός έμπιστου ατόμου μεταξύ της ομάδας ανάπτυξης και των αντιπροσώπων της επιχείρησης.

Τα οφέλη θα ήταν πολλαπλά, τόσο για την ομάδα ανάπτυξης που θα καταπιαστεί με ένα πραγματικό έργο, όσο και για την επιχείρηση που θα αναβαθμίσει την υποδομή της με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Τα μακροπρόθεσμα οφέλη για την ομάδα υλοποίησης του έργου θα είναι πολλαπλά και δεν περιορίζονται στην εμπειρία. Αντίθετα μία πιθανή συνεργασία για την υποστήριξη και περεταίρω επέκταση του έργου, θεωρείται σχεδόν βέβαιη.

## **Βιβλιογραφία**

- [1] [www.voipsolutions.gr](http://www.voipsolutions.gr)
- [2] [www.iptelephony.gr](http://www.iptelephony.gr)
- [3] «Οδηγός Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας», Ελληνική Δημοκρατία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- [4] «Οδηγός πραγματοποίησης εργασίας μαθήματος», Θεμιστοκλής Ν. Παναγιωτόπουλος, Εργαστήριο Τεχνολογίας Γνώσης, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιά.
- [5] Αγιωτάκης Δ. (2011). «Μελέτη και υλοποίηση συστήματος τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP)». Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Ηράκλειο.
- [6] Καρπονίδης Π. (2006). «Υλοποίηση ενός SIP agent στον δικτυακό επεξεργαστή Intel IXP 425». Ολοκληρωμένα Συστήματα Υλικού και Λογισμικού, Πάτρα.
- [7] <http://www.asteriskpbx.gr>
- [8] David A. (2002). « Why Open Source Software/Free Software (OSS/FS)? », Wheeler.
- [9] <http://www.asterisk.org>
- [10] <http://www.digium.com>
- [11] Stefan Wintermeyer. (2011). «[The Asterisk Book](#) ». [Addison-Wesley](#).
- [12] Flavio E. Gonçalves. (2010) «[Getting Started With Asterisk PBX](#)», V.Office Networks.
- [13] [Jim Van Meggelen](#), [Jared Smith](#), [Leif Madsen](#) (2005). «Asterisk: The Future of Telephony», [O'Reilly Media](#).
- [14] Nir Simionovich.. «AsteriskNOW!», A practical guide for deploying and managing an Asterisk-based telephony system using the AsteriskNOW Beta 6 software appliance.
- [15] [Theodore Wallingford](#) (2005). «Switching to VoIP», O'Reilly Media.
- [16] Digium, The Asterisk Company (2011). «Asterisk versus Switchvox».
- [17] <http://en.wikipedia.org/wiki/Softphone>
- [18] [http://en.wikipedia.org/wiki/Asterisk\\_\(PBX\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Asterisk_(PBX))
- [19] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «IT CENTER for the UNIVERSITIES of PORTUGAL», Asterisk IP PBX system, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-ITCenter.pdf>.
- [20] Digium, The Asterisk Company (2011). «BISK EDUCATION», Asterisk, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-bisk.pdf>
- [21] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA», Asterisk, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-upenn.pdf>

- [22] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «CHEEKTOWAGA, NEW YORK», Asterisk 1.6, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-cheektowaga.pdf>
- [23] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «NIMBLE GROUP», Asterisk, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-nimblegroup.pdf>
- [24] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «TAGUIG CITY, PHILIPPINE», Asterisk, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-taguigcity.pdf>
- [25] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «BLAGOSOSTOYANI», Asterisk IP-PBX, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-russia-blagosostoyanie.pdf>
- [26] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «CITY OF PFORZHEI», Asterisk IP-PBX, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-city-of-pforzheim.pdf>
- [27] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «CITY OF SCHOTE», Asterisk IP-PBX, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-city-of-schoten.pdf>
- [28] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «EMDEON», Asterisk IP-PBX, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-emdeon.pdf>
- [29] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «MICHIGAN CATERPILLAR», Asterisk, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-michigancat.pdf>.
- [30] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «Boyle Transportation», Asterisk, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-michigancat.pdf>,
- [31] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «LONGCHAMP», ASTERISK BUSINESS EDITION, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-longchamp.pdf>
- [32] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «US ARMY», Asterisk, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-usarmy.pdf>
- [33] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «THE SYMBIAN FOUNDATION», Asterisk, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-symbian.pdf>
- [34] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «LAIKA», Asterisk, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-LAIKA.pdf>
- [35] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «La Post», Asterisk, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-LaPoste.pdf>
- [36] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «INTEGRICS», Asterisk IP-PBX, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-integrics.pdf>

[37] Digium, The Asterisk Company (2011). Case Study: «AIRSHIP VENTURE», Asterisk IP-PBX, <http://docs.digium.com/casestudies/downloads/case-study-airshipventures.pdf>

[38] <http://asterisk-hellas.blogspot.com>

[39] Αργυριάδης Π., Καρακατσάνης Χ. (2011), «Asterisk», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης.