

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΡΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ : ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ : ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“VOICE over INTERNET PROTOCOL”



Εισηγητής : Αγγέλης Κωνσταντίνος

**Σπουδάστρια :
Μπουλουμπάση Ζωή**

ΑΡΤΑ 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ. :
- Εισαγωγή	01.
- Κεφάλαιο 1 ^ο	
Ιστορική θεώρηση των Τηλεπικοινωνιών	02.
- Κεφάλαιο 2 ^ο	
Βασικές Αρχές των Πρωτοκόλλων Τηλεπικοινωνίας	04.
2.1. Υπηρεσίες που παρέχει ένα πρωτόκολλο	04.
2.1.1. Λειτουργίες των πρωτοκόλλων	07.
2.2. Πλεονεκτήματα της Οργάνωσης σε επίπεδα	15.
- Κεφάλαιο 3 ^ο	
Τα Ιδιωτικά Δίκτυα	17.
3.1. Ιδιωτικά Συνδρομητικά Κέντρα (PBX)	18.
3.2. Χαρακτηριστικά και Δυνατότητες των Ιδιωτικών Δικτύων	19.
3.3. Ολοκλήρωση Φωνής και Δεδομένων	23.
3.3.1. Μετάδοση φωνής σε Πρωτόκολλα IP (VoIP)	25.
- Κεφάλαιο 4 ^ο	
Φωνή στο Internet : Μύθος ή Πραγματικότητα	28.
4.1. Στοιχεία των Δικτύων Μετάδοσης Φωνής μέσω Πρωτοκόλλων IP (VoIP)	32.
4.2. Υπηρεσίες Επιπέδου Φορέα	37.
4.3. Πρότυπα VoIP	39.
4.3.1. Πρότυπο H.323	41.
4.4. Συμπεράσματα	49.
- Κεφάλαιο 5 ^ο	
Πρόσθετες Υπηρεσίες και Εφαρμογές του VoIP	50.

- Κεφάλαιο 6 ^ο	
Το VoIP σε Πανεπιστημιακά Ιδρύματα	52.
6.1. Συνεργαζόμενα ιδρύματα	53.
6.2. Οδηγίες και Κανονισμοί	54.
6.2.1. Χρήση υπηρεσίας VoIP από συμβατικά τηλέφωνα	54.
6.2.2. Χρήση υπηρεσίας VoIP από υπολογιστή με λογισμικό H.323	54.
6.3. Μηνιαίες Αναφορές Στατιστικών Χρήσης Υπηρεσίας Voice over IP	56.
- Κεφάλαιο 7 ^ο	
Το Μέλλον με VoIP	60.
7.1. Η αγορά της φωνητικής τηλεφωνίας θα αποτελέσει πεδίο σκληρού ανταγωνισμού	61.
- Βιβλιογραφία	63.

Εισαγωγή



Η υπηρεσία Voice over IP (VoIP) χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο του Διαδικτύου (Internet Protocol) για να μεταφέρει τηλεφωνικές συνομιλίες, μετατρέποντας τη φωνή σε πακέτα δεδομένων. Το υπάρχον μοντέλο **τηλεπικοινωνιών** επικεντρώνεται στη φωνή και την παροχή σχετικών υπηρεσιών, στην **ασύρματη** και ενσύρματη τηλεφωνία. Η υπηρεσία Voice over IP αποτελεί μέρος των υπηρεσιών μετάδοσης σε πραγματικό χρόνο, η οποία τείνει να αντικαταστήσει τη συμβατική τεχνολογία του τηλεφώνου ανατρέποντας τα δεδομένα και τις τιμές των τηλεφωνικών υπηρεσιών παγκοσμίως. Η αρχή πάνω στην οποία στηρίζεται η λειτουργία της μετάδοσης φωνής μέσω IP είναι ότι ο πελάτης πληρώνει ένα ορισμένο ποσό για να συνδεθεί στο δίκτυο και στη συνέχεια πληρώνει ανάλογα με το χρόνο χρήσης και τις χρησιμοποιούμενες εγκαταστάσεις (βάσει της απόστασης).

Η συχνότητα που απαιτεί η τεχνολογία IP για τη μετάδοση των δεδομένων είναι τουλάχιστον έξι φορές μικρότερη από την αντίστοιχη των παραδοσιακών τηλεπικοινωνιακών δικτύων που χρησιμοποιούν σήμερα οι περισσότεροι συνδρομητές σε όλο τον κόσμο. Η σημαντική αυτή διαφορά καθιστά τις κλήσεις μέσω του VoIP σαφέστατα πιο οικονομικές, και σε αρκετές περιπτώσεις το τηλεφώνημα μέσω Διαδικτύου μπορεί να στοιχίσει έως και 90% φθηνότερα απ' ό,τι μέσω του παραδοσιακού τηλεπικοινωνιακού δικτύου.

Πολλές ευρωπαϊκές -και ελληνικές- εταιρίες τηλεπικοινωνιών έχουν αρχίσει να επενδύουν δυναμικά στο Voice over IP. Μέχρι το 2009 όλες οι υπηρεσίες των εταιρειών αυτών (φωνή, fax, μεταφορά δεδομένων, video conferencing κ.λπ.) θα παρέχονται μόνο μέσω IP.

Η νέα υπηρεσία χρησιμοποιείται ευρέως σε επιχειρήσεις του εξωτερικού. Σύμφωνα με μελέτες, υπολογίζεται ότι μέσα στα επόμενα χρόνια η ανάπτυξη της φωνής μέσω Internet θα είναι ραγδαία και ο όγκος κίνησης θα είναι μεγαλύτερος απ' ό,τι στην παραδοσιακή τηλεφωνία. Οι προμηθευτές τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού έχουν ξεκινήσει να συμπεριλαμβάνουν στα προϊόντα τους και το πρωτόκολλο IP, ενώ όλοι οι προμηθευτές εξοπλισμού IP συμπεριλαμβάνουν τη φωνή ως ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των προϊόντων τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Όχι πολύ παλιά, ο όρος τηλεπικοινωνίες (telecommunications) υπονοούσε τη τεχνολογία επικοινωνιών φωνής. Σήμερα ο όρος χρησιμοποιείται για να δηλώσει τις τεχνολογίες επικοινωνιών τόσο φωνής όσο και δεδομένων. Καθώς τα δίκτυα επεκτείνονται και μεταφέρουν πια κάθε είδος πληροφορίας, ο όρος τηλεπικοινωνίες επεκτάθηκε ώστε να περιλαμβάνει τη μετάδοση φωνής, εικόνας, δεδομένων, πολυμέσων και υψηλής πιστότητας ήχο.

Η σημερινή εποχή αποτελεί μία εποχή ραγδαίων τεχνολογικών εξελίξεων και πολλές από τις τεχνολογικές καινοτομίες που έγιναν πριν από δέκα έτη ήδη βρίσκουν εφαρμογή στην καθημερινή ζωή. Για να κατανοήσουμε την εξέλιξη αυτής της βιομηχανίας πρέπει να εξετάσουμε καταρχήν την ιστορία των βιομηχανιών της επικοινωνίας φωνής και δεδομένων.

πολλές από τις καινοτομίες τεχνολογικές συνεισφορές των επικοινωνιών δεδομένων έχουν χρησιμοποιηθεί και στις επικοινωνίες φωνής. Με όμοιο τρόπο, πολλές εξελίξεις της τηλεφωνικής βιομηχανίας έχουν εφαρμοστεί και στη βιομηχανία επικοινωνιών δεδομένων. Σήμερα οι δύο αυτοί κλάδοι έχουν συνδυαστεί και δύσκολα πια μπορούν αν διαχωριστούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΩΝ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Ο καλύτερος ορισμός των πρωτοκόλλων, είναι ότι αποτελούν σύνολα κανόνων. Στις ψηφιακές επικοινωνίες τα πρωτόκολλα καθορίζουν που θα βρεθεί κάποια συγκεκριμένη πληροφορία μέσα σε μία ακολουθία ψηφιακών bits. Για να γίνει αυτό πρέπει να ορίζονται με ακρίβεια οι διευθύνσεις, οι πληροφορίες ελέγχου, τα δεδομένα του χρήστη και διάφορα άλλα πεδία και επιπλέον να μην αλλάζουν κατά τη διάρκεια μίας μετάδοσης. Αυτή είναι η εργασία που εκτελούν τα πρωτόκολλα.

Τα πρωτόκολλα δεν ομοιάζουν οπωσδήποτε μεταξύ τους. Πολλά πρωτόκολλα παρέχουν παρόμοιες υπηρεσίες, αλλά διαφέρουν και ως προς τη μορφή και ως προς την υλοποίηση. Εδώ θα περιγράψουμε τα κοινά στοιχεία που έχουν όλα τα πρωτόκολλα και στη συνέχεια θα εξετάσουμε ένα μοντέλο που επιτρέπει ακόμα και σήμερα την κατασκευή πρωτοκόλλων.

2.1. Υπηρεσίες που παρέχει ένα πρωτόκολλο

Οι λειτουργίες των πρωτοκόλλων διακρίνονται σε επίπεδα (layers). Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει τον αυστηρότερο καθορισμό των λειτουργιών των πρωτοκόλλων και την ευελιξία του λογισμικού. Η ύπαρξη επιπέδων είναι σημαντική στα δίκτυα επικοινωνίας επειδή έτσι είναι δυνατή η αναβάθμιση του λογισμικού χωρίς να επηρεάζεται κάθε σημείο του δικτύου. Μόνο οι συσκευές που χρησιμοποιούν λειτουργίες στα πλαίσια του συγκεκριμένου επιπέδου πρέπει να αναβαθμίζονται. Σε ένα δίκτυο επικοινωνίας τα πρώτα τρία επίπεδα είναι τα πλέον σημαντικά. Όλα τα επίπεδα μετά από αυτά τα τρία έχουν μηδενική επίδραση στο δίκτυο καθ' αυτό. Παραμένουν στο λογισμικό του κάθε κόμβου του δικτύου και δε γίνονται αντιληπτά από τις συσκευές του δικτύου (όπως είναι οι δρομολογητές και μεταγωγές).

Το πρώτο επίπεδο αναφέρεται συνήθως ως το Φυσικό Επίπεδο (Physical Layer). Σε αυτό μετατρέπονται τα δεδομένα του χρήστη και η πληροφορία που έχει προσαρτηθεί σε αυτά από το πρωτόκολλο σε ηλεκτρικά ή οπτικά σήματα και εκπέμπονται στο μέσο επικοινωνίας. Σε μερικές περιπτώσεις το φυσικό επίπεδο μπορεί να προσαρτεί πληροφορία (όπως στην περίπτωση του Τα-1). Αυτή η επιπρόσθετη πληροφορία αναφέρεται συνήθως ως πλεόνασμα (overhead) και έχει μηδαμινό όγκο.

Το δεύτερο επίπεδο είναι γνωστό ως το Επίπεδο Γραμμής Δεδομένων (Data Link Layer). Η λειτουργία αυτού του επιπέδου είναι να παρέχει επικοινωνία μεταξύ των κόμβων. Τα πρωτόκολλα που υπεισέρχονται σε αυτό το επίπεδο δεν ασχολούνται με τα περιεχόμενα των δεδομένων που αποστέλλει ο χρήστης ή τα δεδομένα που αναφέρονται σε υψηλότερο επίπεδο. Στην πράξη, τα πρωτόκολλα αυτού του επιπέδου δεν αντιλαμβάνονται τον τελικό προορισμό των δεδομένων του χρήστη. Η ευθύνη του επιπέδου ζεύξης είναι να μεταδώσει τα δεδομένα μεταξύ δύο συσκευών του συστήματος.

Το Επίπεδο Προσπέλασης Δικτύου (Network Access Layer) είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά των δεδομένων ανάμεσα στον υπολογιστή φιλοξενίας και το δίκτυο. Η λειτουργία αυτού του επιπέδου είναι να διασφαλίσει ότι τα δεδομένα θα μεταφέρονται σωστά από την πηγή, διαμέσου του δικτύου, στον επιθυμητό προορισμό. Στο επίπεδο αυτό υπάρχει η διευθυνσιοδότηση της πηγής και του προορισμού.

Υπάρχουν δύο άλλα επίπεδα, τα οποία αλληλεπιδρούν με τα προηγούμενα τρία επίπεδα. Αυτά ευρίσκονται επάνω από το επίπεδο προσπέλασης δικτύου και παρέχουν υπηρεσίες ανάμεσα στην πηγή και τον προορισμό. Δεν ευθύνονται για τη μετάδοση των δεδομένων στο δίκτυο, καθώς λειτουργούν σε υψηλότερο επίπεδο.

Το Επίπεδο Μεταφοράς (Transport Layer) διασφαλίζει ότι τα εκπεμπόμενα δεδομένα θα παραληφθούν κατά την ίδια σειρά. Αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα εάν η πηγή και ο προορισμός συνδέονται απευθείας, αλλά κάτι τέτοιο δε σημαίνει πάντοτε. Έτσι, στα δίκτυα μεταγωγής πακέτου (packet-switching networks) τα διαδοχικά πακέτα των αποστελλόμενων δεδομένων μπορούν να ακολουθήσουν διαφορετικές διαδρομές μέσα στο δίκτυο και να φθάσουν στον προορισμό σε τυχαία σειρά. Το επίπεδο μεταφοράς εκτελεί τη συναρμολόγηση των πακέτων που έχουν ληφθεί στη σειρά με την οποία μεταδόθηκαν από την πηγή.

Το Επίπεδο Επεξεργασίας (Process Layer) υποστηρίζει διάφορες εφαρμογές στα πλαίσια του εκεί ευρισκόμενου χρήστη. Για παράδειγμα, η αποστολή ενός αρχείου από έναν υπολογιστή σε κάποιον άλλο απαιτεί την ύπαρξη ενός πρωτοκόλλου, το οποίο να διαχειριστεί τη μεταφορά του αρχείου. Η σύνδεση από απόσταση με άλλους υπολογιστές και η εκτέλεση προγραμμάτων που υπάρχουν σε αυτούς απαιτεί ένα πρωτόκολλο, το οποίο να διαχειριστεί την τερματική επικοινωνία ανάμεσα στις δύο

συσκευές. Τα πρωτόκολλα του επιπέδου επεξεργασίας συνήθως αναφέρονται στις ειδικές εφαρμογές που εξυπηρετούν.

Η διευθυνσιοδότηση στα πρωτόκολλα λαμβάνει διάφορες μορφές. Σε όλα τα πρωτόκολλα, η συσκευή που εκπέμπει την πληροφορία και η συσκευή προορισμού πρέπει να προσδιορίζονται από κάποια διεύθυνση (address), που ονομάζεται συχνά διεύθυνση μηχανής (machine address). Η διεύθυνση μηχανής μπορεί να αναγραφεί μόνιμα σε μία κάρτα διασύνδεσης ή να διανεμηθεί μέσω λογισμικού. Όταν ένας υπολογιστής συνδέεται σε ένα τοπικό δίκτυο (local-area network, LAN), τότε η κάρτα προσαρμογής δικτύου (network interface card) παρέχει σε κάθε συσκευή την κατάλληλη διεύθυνση μηχανής.

Παράλληλα με τη διεύθυνση μηχανής, οι διάφορες συσκευές των δικτύων χρησιμοποιούν και μία λογική διεύθυνση (logical address). Για παράδειγμα, στα δίκτυα TCP/IP δε μπορούν να υποστηρίξονται οι αριθμοί μηχανής και έτσι εισάγεται μία λογική διεύθυνση, η οποία μετατρέπεται σε διεύθυνση μηχανής αργότερα, από το διαχειριστή (server) του δικτύου. Για να μπορούν να διακριθούν τα εκατομμύρια υπολογιστές, που είναι σήμερα συνδεδεμένοι με το Internet, θα απαιτούνταν πεδία διευθύνσεων υπερβολικά μεγάλα και επομένως δύσχρηστα.

Στην πράξη παραπάνω ιδέα λειτουργεί καλά. Οι συσκευές των δικτύων δε χρειάζεται να γνωρίζουν τις διευθύνσεις μηχανής, αλλά απλά τις διευθύνσεις δικτύου (οι οποίες συχνά αποτελούν τμήμα των λογικών διευθύνσεων). Εάν απαιτείται μόνο η διεύθυνση δικτύου, τότε μπορεί η αντίστοιχη συσκευή να ανατρέξει σε βάσεις δεδομένων που περιέχουν όλες τις συνδεδεμένες συσκευές και έτσι να ελαχιστοποιηθούν οι πόροι μνήμης που απαιτούνται για αυτή τη διαδικασία.

Η λογική διεύθυνση τυπικά αντιστοιχεί σε ένα χρήστη και όχι σε ένα μηχάνημα, οπότε υπάρχει μεγαλύτερη ευελιξία. Οι χρήστες μπορούν να μετακινούνται από μηχάνημα σε μηχάνημα και να προσδιορίζονται από τη λογική τους διεύθυνση και όχι από τη διεύθυνση του μηχανήματος που εκείνη τη στιγμή χρησιμοποιούν. Έτσι ένας χρήστης μπορεί να έχει έναν υπολογιστή στο σπίτι, έναν στο γραφείο και ένα φορητό. Η λογική διεύθυνση του χρήστη μπορεί να προσπελάζει οποιονδήποτε από τους τρεις υπολογιστές και έτσι ο χρήστης θα έχει διαρκώς το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail) και τις υπόλοιπες υπηρεσίες του δικτύου, ανεξάρτητα από τον υπολογιστή που χρησιμοποιεί.

Εφόσον μία μονάδα δεδομένων φθάσει στον προορισμό της, ο υπολογιστής φιλοξενίας (host) πρέπει να προσδιορίσει σε ποια εφαρμογή λογισμικού θα πρέπει αυτή να διαβιβαστεί. Αυτό γίνεται γνωστό από τη διεύθυνση επεξεργασίας (process address). Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για να προσδιοριστούν οι διαδικασίες. Τα λειτουργικά συστήματα χρησιμοποιούν «πρίζες», οι οποίες δεν είναι τίποτα περισσότερο από λογικές θύρες, οι οποίες συνδέουν τις εφαρμογές.

Εάν επανεξετάσουμε το πρόβλημα της διευθυνσιοδότησης, θα διαπιστώσουμε ότι στη μηχανή αντιστοιχίζεται μία διεύθυνση (η οποία χρησιμοποιείται από το δεύτερο επίπεδο), στο χρήστη αντιστοιχίζεται μία διεύθυνση (η οποία χρησιμοποιείται από το τρίτο επίπεδο) και στη διαδικασία αντιστοιχίζεται μία διεύθυνση (η οποία χρησιμοποιείται από το λειτουργικό σύστημα για να καθοριστεί η εσωτερική δρομολόγηση των δεδομένων). Από αυτά καθίσταται φανερή η λειτουργία των επιπέδων με τη βοήθεια των διαφόρων πρωτοκόλλων και ο τρόπος με τον οποίο διευθυνσιοδοτούνται οι λειτουργίες ακολουθώντας μία ιεραρχική δομή.

2.1.1. Λειτουργίες των πρωτοκόλλων

Τα πρωτόκολλα εκτελούν έναν αριθμό ειδικών λειτουργιών. Δεν εκτελούν όλα τα πρωτόκολλα τις ίδιες λειτουργίες, και, εάν το κάνουν, δεν τις παρέχουν εν γένει με τον ίδιο τρόπο. Τα πρωτόκολλα αναπτύσσονται για να ικανοποιούν μία συγκεκριμένη ανάγκη στα πλαίσια ενός δικτύου και συχνά σχεδιάζονται έχοντας κατά νου την τοπολογία του συγκεκριμένου δικτύου. Για το λόγο αυτό, τα πρωτόκολλα μπορούν να διαφέρουν εξαιρετικά το ένα από το άλλο.

2.1.1.1. Κατάτμηση και επανασυναρμολόγηση

Δυστυχώς τα δεδομένα του χρήστη δε μπορούν να αποσταλούν με τη μορφή ενός μεγάλου συρμού (block). Εάν συνέβαινε αυτό, θα έπρεπε το δίκτυο να επιβαρυνθεί

με μία μετάδοση και να εμποδίσει την εκτέλεση άλλων μεταδόσεων, έως ο πρώτος συρμός αποσταλεί εξολοκλήρου. Τα πρωτόκολλα περιορίζονται από τη σχεδίασή τους σε τμήματα δεδομένων συγκεκριμένου μήκους. Πρέπει να θυμόμαστε ότι τα πρωτόκολλα ενεργούν σε επίπεδα και επομένως ότι το πρωτόκολλο κάθε επιπέδου εξυπηρετεί δεδομένα διαφορετικού μήκους από το πρωτόκολλο του επόμενου επιπέδου.

Η κατάτμηση (segmentation) των δεδομένων επιτρέπει σε ένα πρωτόκολλο να χωρίσει τα δεδομένα που θέλει να αποστείλει ο χρήστης σε μικρότερες ομάδες (blocks), προτού τα διοχετεύσει στο δίκτυο. Κατά τον προσδιορισμό του μεγέθους των blocks δεδομένων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη διάφορες παράμετροι . Τα διάφορα πρωτόκολλα έχουν διαφορετικές προδιαγραφές και μπορεί να υποστηρίζουν διαφορετικές εφαρμογές.

Το μέσο μετάδοσης παίζει επίσης κάποιο ρόλο όταν καθορίζουμε το μέγιστο μήκος ενός block δεδομένων. Μερικά μέσα μπορεί να επιβάλλουν περιορισμούς, όσον αφορά το μέγιστο μήκος block που μπορούν να διαβιβάσουν αξιόπιστα από το εσωτερικό τους. Άλλα μέσα μπορεί να μην επιβάλλουν κανένα περιορισμό. Είναι ειρωνικό, ότι κάποιες συσκευές οπτικών ινών έχουν πρωτόκολλα που υποστηρίζουν μόνο μικρά blocks δεδομένων. Αυτό συχνά οφείλεται στις εφαρμογές που υποστηρίζει το αντίστοιχο δίκτυο.

Για παράδειγμα, οι μελετητές των συστημάτων ATM είχαν δυσκολίες στο ζήτημα του μεγέθους του πακέτου. Οι χρήστες του δικτύου επιθυμούσαν να αποστέλλουν πολύ μεγάλα πακέτα δεδομένων, χρησιμοποιώντας το επιχείρημα ότι όσο μεγαλύτερα είναι τα πακέτα τόσο καλύτερα αξιοποιείται το δίκτυο. Το επιχείρημα αυτό δεν ευσταθεί στην περίπτωση της αποστολής φωνής ή δεδομένων από το ίδιο δίκτυο.

Ο παράγοντας της ανοχής (latency) πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη κατά τη σχεδίαση δικτύων που υποστηρίζουν εφαρμογές πραγματικού χρόνου, όπως είναι ο ήχος και η εικόνα. Εάν πρέπει να υποστηρίζονται μεγάλα block δεδομένων, τότε ο ανιχνευτής θα πρέπει να περιμένει, έως ότου λάβει ολόκληρο το πακέτο και στη συνέχεια θα αρχίσει να το επεξεργάζεται. Όταν λάβει ολόκληρο το πακέτο μπορεί να αρχίσει την επεξεργασία, αλλά εάν το πακέτο είναι υπερβολικά μεγάλο μπορεί να υπάρξει παρατηρήσιμη χρονική καθυστέρηση.

Στην περίπτωση της φωνής αυτό θα γινόταν αντιληπτό από την ύπαρξη διακοπών στη μετάδοση της φωνής. Ο δέκτης θα έπρεπε τότε να περιμένει το επόμενο

μεγάλο block και μετά να ξεκινήσει την επεξεργασία του και η αναμονή αυτή θα εισάγει χρονικές καθυστερήσεις. Στη μετάδοση εικόνας συμβαίνει κάτι ανάλογο.

Εάν πρόκειται να συμβεί κάποιο σφάλμα, επανεκπομπή μεγάλων blocks δεδομένων προκαλεί χρονική καθυστέρηση σε ολόκληρο το σύστημα. Αυτός είναι ένας επιπρόσθετος λόγος, για τον οποίο τα πρωτόκολλα ευνοούν τις μικρές ομάδες δεδομένων. Τότε δεν απαιτούνται μεγάλες βαθμίδες εισόδου για την υποδοχή των δεδομένων και η επανεκπομπή δεν επιβαρύνει το δίκτυο.

Για να αντιμετωπίζεται αυτό το πρόβλημα οι κατασκευαστές επέλεξαν τα μικρά blocks δεδομένων. Αυτά μπορούν να δρομολογούνται γρήγορα, δεν απαιτούν την ύπαρξη μεγάλων βαθμίδων υποδοχής πριν από την επεξεργασία και μπορούν να τύχουν γρήγορης επεξεργασίας όταν ληφθούν από το μηχάνημα προορισμού.

Αυτό σημαίνει ότι τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να κατατμήσου μεγάλες ομάδες δεδομένων σε μικρά κομμάτια, τα οποία να μεταδίδουν στο δίκτυο και να επανασυναρμολογούν στον προορισμό. Σε μερικά είδη δικτύων, όπως τα δίκτυα μεταγωγής πακέτου (packet switching networks) δεν υπάρχει εγγύηση ότι τα δεδομένα θα φθάσουν με την ίδια σειρά, με την οποία έχουν αποσταλεί. Αυτό συμβαίνει επειδή τα δεδομένα μπορεί να ακολουθήσουν διαφορετικές διαδρομές, ανάλογα με την κατάσταση που θα ευρίσκονται κατά τη διάρκεια της μετάδοσης τα διάφορα μέρη του δικτύου.

Το πρωτόκολλο πρέπει να είναι ικανό να προσδιορίζει την αρχική σειρά αποστολής των δεδομένων και να διαπιστώνει εάν κάποιο κομμάτι απουσιάζει. Επίσης θα πρέπει να συναρμολογεί τα κομμάτια προτού τα διαβιβάσει στην εφαρμογή.

Η διαδικασία αυτή μπορεί να εκτυλίσσεται σε περισσότερα από ένα επίπεδα. Για παράδειγμα, μία εφαρμογή μπορεί να διαβιβάσει μεγάλο όγκο δεδομένων στο επόμενο επίπεδο, όπου τα παραλαμβάνει το οικείο πρωτόκολλο. Το πρωτόκολλο αυτό μπορεί να κατατμήσει τα δεδομένα σε κομμάτια και να προσθέσει πληροφορίες ελέγχου (overhead). Στη συνέχεια το πρωτόκολλο διαβιβάζει τα κομμάτια στο επόμενο επίπεδο, το οποίο μπορεί να επαναλάβει τη διαδικασία και να κατατμήσει τα κομμάτια σε ακόμη μικρότερα κομμάτια, προσθέτοντας τη δική του πληροφορία ελέγχου, και μετά να τα διαβιβάσει στο επόμενο επίπεδο. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τέσσερα επίπεδα πάνω από το τελικό επίπεδο που αποστέλλει τα δεδομένα.

Κάθε επίπεδο λειτουργεί ανεξάρτητα και τα εκάστοτε άνω επίπεδα είναι διαφανή. Αυτό σημαίνει ότι κάθε κατώτερο επίπεδο δε γνωρίζει τίποτα για τα περιεχόμενα των μονάδων δεδομένων που λαμβάνει, ενώ το ανώτερο επίπεδο γνωρίζει. Τα κατώτερα επίπεδα απλά διαβιβάζουν τα δεδομένα στα επόμενα επίπεδα και δεν επεμβαίνουν καθόλου στην πληροφορία που έχουν τοποθετήσει τα ανώτερα επίπεδα.

Αυτή η διαδικασία επιβαρύνει την πολυπλοκότητα ενός δικτύου όταν πρέπει τα δεδομένα να περνούν από ένα δίκτυο σε κάποιο άλλο. Στην περίπτωση του Internet, το πρωτόκολλο TCP/IP ελέγχει την κατάτμηση που γίνεται στα διάφορα επίπεδα και επιτρέπει την κατάτμηση των δεδομένων σε διάφορα σημεία του δικτύου και την επανασυναρμολόγησή τους στον υπολογιστή του κόμβου προορισμού. Αυτή η κατάσταση είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη, εάν σκεφθούμε τον αριθμό των τμημάτων, στα οποία κατατμεί το Internet τα δεδομένα και τον αριθμό των κατατμήσεων που πρέπει να υποστούν τα δεδομένα στα διάφορα σημεία του δικτύου και την επανασυναρμολόγησή τους στον υπολογιστή του κόμβου προορισμού.

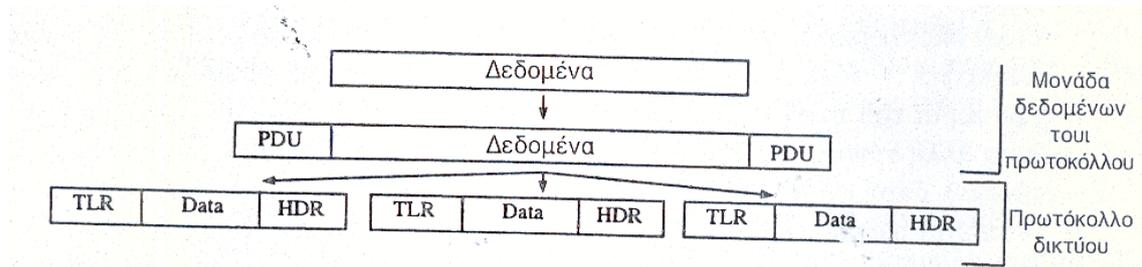
Η επανασυναρμολόγηση εκτελείται με διάφορες τεχνικές. Ένα πρωτόκολλο αντιστοιχίζει συνήθως κάποιον αριθμό ταυτότητας σε κάθε κομμάτι, ο οποίο φανερώνει στον κόμβο προορισμού τη σειρά του αντίστοιχου κομματιού. Μία άλλη μέθοδος είναι να προσδιορίσουμε την περιοχή του αρχικού block δεδομένων, στο οποίο ανήκει κάθε επιμέρους κομμάτι. Αυτό γίνεται παρέχοντας ένα offset (τιμή μετατόπισης), η οποία προσδιορίζει σε ποιο byte του αρχικού block ανήκει το κάθε κομμάτι. Για παράδειγμα, εάν ένα κομμάτι ξεκινά από το δέκατο τρίτο byte των αρχικών δεδομένων, η τιμή μετατόπισης θα είναι 13. Ο υπολογιστής προορισμού έτσι μπορεί να τοποθετήσει το συγκεκριμένο κομμάτι μετά το δωδέκατο byte.

2.1.1.2. Ενθυλάκωση

Σχήμα 1. Ροή ενός πρωτοκόλλου, το οποίο εκτελεί ενσωμάτωση και κατάτμηση

Όλα τα πρωτόκολλα εκτελούν μία μορφή ενθυλάκωσης. Αυτό σημαίνει ότι τοποθετούν τα δεδομένα σε κάποια μορφή «φακέλου» και τριγύρω τους πληροφορίες

ελέγχου του πρωτοκόλλου. Ένα παράδειγμα πληροφορίας ελέγχου μπορεί να είναι οι διευθύνσεις πηγής και προορισμού, καθώς και δεδομένα για τον έλεγχο σφαλμάτων.



Έτσι σχηματίζεται ένα πακέτο (packet), πλαίσιο (frame) ή μονάδα δεδομένων πρωτοκόλλου, ανάλογα με το εάν τα δεδομένα τυχαίνουν επεξεργασίας κατά την τοποθέτησή τους.

Καθώς τα δεδομένα διαβιβάζονται από το πρωτόκολλο ενός επιπέδου στο πρωτόκολλο του επόμενου επιπέδου, τοποθετείται τριγύρω τους όλο και περισσότερη πληροφορία και έτσι η συνολική ομάδα δεδομένων διαρκώς μεγαλώνει. Στο σχήμα 1. εικονίζεται πως διαβιβάζονται κάποια δεδομένα του χρήστη σε ένα πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων, το οποίο προσθέτει πληροφορία και τα διαβιβάζει στο επόμενο επίπεδο. Το πρωτόκολλο του επόμενου επιπέδου προσθέτει κατάλληλη πληροφορία, ώστε να διενεργήσει ο δέκτης έλεγχο σφαλμάτων, και επιπλέον πληροφορία διευθυνσιοδότησης, ώστε ο δέκτης να κατευθύνει τα δεδομένα στην επιθυμητή εφαρμογή. Η πληροφορία αυτή διαβιβάζεται στη συνέχεια στο επόμενο επίπεδο, το οποίο τοποθετεί τα δεδομένα που λαμβάνει και τα επιπρόσθετα δικά του σε ένα νέο φάκελο.

Αυτό το επόμενο επίπεδο μπορεί να προσθέσει πληροφορίες διευθυνσιοδότησης για τη δρομολόγηση των δεδομένων μέσα στο δίκτυο. Επιπλέον απαιτείται έλεγχος σφαλμάτων και καταγραφή της ακολουθίας, ώστε να γίνει σωστά η επανασυναρμολόγηση. Το σύνολο που προκύπτει διαβιβάζεται στη συνέχεια στο επόμενο επίπεδο κ.ο.κ. Όπως μπορούμε να δούμε, καθώς τα δεδομένα διέρχονται από διαδοχικά επίπεδα και, έως ότου να εισέλθουν στο δίκτυο, μεγαλώνουν συνεχώς σε όγκο.

2.1.1.3. Έλεγχος σύνδεσης

Ο έλεγχος σύνδεσης (connection control) περιέχεται μόνο σε πρωτόκολλα που είναι προσανατολισμένα στο αντικείμενο της σύνδεσης. Τα πρωτόκολλα είναι υπεύθυνα για τη σύναψη μίας σύνδεσης ανάμεσα στον αποστολέα και τον προορισμό. Αυτή η σύνδεση δεν είναι φυσική, αλλά λογική και επιτυγχάνεται με την αποστολή διαφόρων μηνυμάτων από τα πρωτόκολλα στον υπολογιστή του προορισμού και περιμένοντας μηνύματα επιβεβαίωσης (acknowledgment).

Μόλις αυτά τα μηνύματα επιβεβαιωθεί ότι έφθασαν στο δέκτη, τα δεδομένα του χρήστη μπορούν να εισέλθουν στο κανάλι. Καθώς τα δεδομένα λαμβάνονται από το δέκτη, ο προορισμός αποστέλλει περιοδικά μηνύματα επιβεβαίωσης για να ενημερώσει τον υπολογιστή του αποστολέα ότι η λήψη γίνεται κανονικά. Το σημείο αυτό θα εξηγηθεί με περισσότερη λεπτομέρεια αργότερα.

Όταν ολοκληρωθεί η μεταφορά των δεδομένων, το πρωτόκολλο έχει την ευθύνη να διακόψει τη σύνδεση. Αυτό σημαίνει ότι εγκαταλείπεται η λογική σύνδεση και ότι οι πόροι του υπολογιστή προορισμού μπορούν τώρα να χρησιμοποιηθούν για κάποια άλλη σύνοδο (session). Στα δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος (circuit-switched networks), όπου εγκαθιδρύονται πρόσκαιρες φυσικές συνδέσεις, αυτό σημαίνει ότι διακόπτεται η φυσική σύνδεση μεταξύ των συσκευών πηγής και προορισμού.

2.1.1.4. Παράδοση με τη σειρά

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται αριθμώντας κάθε μονάδα δεδομένων, τη στιγμή που αυτή εισέρχεται στο δίκτυο. Ο υπολογιστής προορισμού τότε καταγράφει τους αριθμούς ακολουθίας (sequence numbers) των πακέτων που λαμβάνει. Όταν αποστέλλει σήματα επιβεβαίωσης, αναφέρει τους αριθμούς ακολουθίας των πακέτων που έχει λάβει.

Τα περισσότερα πρωτόκολλα δεν προβλέπουν την αποστολή σήματος επιβεβαίωσης κάθε φορά που λαμβάνεται ένα πακέτο. Αντίθετα, ο προορισμός

περιμένει να λάβει ένα ικανό αριθμό πακέτων και στη συνέχεια αποστέλλει ένα μήνυμα επιβεβαίωσης που αναφέρεται σε όλα τα πακέτα. Αυτό σημαίνει ότι οι υπολογιστές τους αποστολέα αλλά και του προορισμού πρέπει να διατηρούν μονάδες συγκράτησης (buffers).

Η μονάδα συγκράτησης του αποστολέα διατηρεί όλες τις μονάδες δεδομένων που έχει αποστείλει, έως ότου λάβει σήμα επιβεβαίωσης ότι έχουν παραληφθεί. Όταν φθάσει αυτό το σήμα, τότε τις αποβάλλει. Εάν απαιτηθεί επανεκπομπή, ο αποστολέας επανεκπέμπει ότι περιέχει εκείνη τη στιγμή η μονάδα συγκράτησής του.

Η μονάδα συγκράτησης του αποδέκτη χρησιμοποιείται για την αποθήκευση όλων των εισερχόμενων μονάδων δεδομένων, έως ότου αυτές τύχουν επεξεργασίας. Καθώς οι πόροι του συστήματος είναι απασχολημένοι και δε μπορούν αν επεξεργαστούν τα εισερχόμενα δεδομένα, προκαλείται συμφόρηση και η τυχόν υπερχειλίση της μονάδας συγκράτησης μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα. Η μονάδα αυτή χρησιμοποιείται επίσης για να συλλέγει τις σχετιζόμενες μονάδες δεδομένων, δηλαδή αυτές που έχουν καταταμηθεί και πρέπει να επανασυναρμολογηθούν από τον υπολογιστή του αποδέκτη.

2.1.1.5. Έλεγχος ροής

Ο έλεγχος ροής είναι πολύ σημαντικό σε όλα τα επίπεδα των πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται. Ας θεωρήσουμε την περίπτωση ενός εκτυπωτή. Καθώς η μνήμη του (δηλαδή η μονάδα συγκράτησης και υποδοχής που διαθέτει) γεμίζει, ο εκτυπωτής πρέπει να είναι σε θέση να γνωστοποιήσει στον αποστολέα ότι έχει προκληθεί συμφόρηση και ότι θα πρέπει να περιμένει προτού στείλει περισσότερα δεδομένα. Το ίδιο συμβαίνει και σε ένα δίκτυο. Τα πρωτόκολλα πρέπει να είναι σε θέση να ελέγχουν τη ροή των δεδομένων μέσα στο δίκτυο ώστε να μη συμβαίνουν σφάλματα.

Μερικά πρωτόκολλα χρησιμοποιούν τους αριθμούς ακολουθίας για να ελέγχουν τη ροή. Άλλα προσθέτουν μία επιπρόσθετη παράμετρο, η οποία δείχνει πόσες μονάδες δεδομένων μπορούν να ληφθούν από το δέκτη, προτού απαιτηθεί η αποστολή σήματος επιβεβαίωσης. Σε όλες τις περιπτώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικά μηνύματα για να διακόψουν τη ροή των μονάδων δεδομένων, εάν ο αποδέκτης αδυνατεί πια να τις επεξεργαστεί.

2.1.1.6. Ανίχνευση και διόρθωση σφαλμάτων

Η ανίχνευση και διόρθωση σφαλμάτων αποτελεί μια άλλη διαδικασία που παρέχεται από τα πρωτόκολλα. Καταρχήν στην αρχή, η επικεφαλίδα (header) του πακέτου προστίθενται αριθμοί ακολουθίας, για να διασφαλιστεί η τακτή παράδοση των πακέτων. Έτσι ο αποδέκτης μπορεί να γνωρίζει εάν έχει λάβει όλα τα πακέτα που έχουν αποσταλεί και εάν τα έχει λάβει με την ίδια σειρά, με την οποία μεταδόθηκαν.

Ένα άλλο τμήμα της επικεφαλίδας περιέχει πληροφορίες για τον έλεγχο της ακεραιότητας των λαμβανόμενων δεδομένων. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για τον έλεγχο της ακεραιότητας, αλλά όλες στηρίζονται στην ίδια αρχή. Εκτελείται ένας αλγόριθμος προτού μεταδοθούν τα δεδομένα και τα αποτελέσματα τοποθετούνται στην επικεφαλίδα. Στη συνέχεια εκτελείται από τον αποδέκτη ο ίδιος αλγόριθμος και συγκρίνονται τα αποτελέσματα με την επικεφαλίδα που έχει ληφθεί.

Και στις δύο περιπτώσεις, το σφάλμα που ανιχνεύεται από το πρωτόκολλα δε μπορεί να διορθωθεί. Αντίθετα, το πρωτόκολλο αγνοεί τη μονάδα δεδομένων και αποστέλλει ένα μήνυμα σφάλματος στον αποστολέα. Ανάλογα με το πρωτόκολλο, το μήνυμα αυτό μπορεί αν εκληφθεί ως αίτηση επανεκπομπής. Σε μερικές περιπτώσεις το ίδιο το μήνυμα αποτελεί αίτηση επανεκπομπής, ενώ σε άλλες απλά αποτελεί ένα μήνυμα γνωστοποίησης σφάλματος.

2.2. Πλεονεκτήματα της Οργάνωσης σε επίπεδα

Ήδη συζητήσαμε μερικά από τα πλεονεκτήματα της ύπαρξης πρωτοκόλλων σε διάφορα επίπεδα. Κάθε επίπεδο μπορεί να είναι ανεξάρτητο και διαφανές στα επίπεδα που ευρίσκονται επάνω και κάτω από αυτό. Η μόνη απαίτηση είναι να υπάρχει μία κατάλληλη διασύνδεση, που να επιτρέπει την επικοινωνία ανάμεσα στα επίπεδα, δηλαδή να καθιστά τα επίπεδα συμβατά (compatible) μεταξύ τους.

Το λειτουργικό σύστημα παρέχει τη διασύνδεση μεταξύ των επιπέδων και έτσι βοηθά την οργάνωση με βάση κάποια πρότυπα. Στα ανώτερα επίπεδα χρησιμοποιείται συνήθως μία κατάλληλη διασύνδεση για την υποστήριξη των ειδικών λειτουργιών των οικείων πρωτοκόλλων. Τα κατώτερα επίπεδα μπορούν να είναι προσανατολισμένα προς

σύνδεση (connection-oriented), ενώ τα ανώτερα επίπεδα να είναι χωρίς σύνδεση (connectionless) (και το αντίθετο). Εάν επιτρέψουμε το επίπεδο δικτύου να είναι χωρίς σύνδεση, τότε οι μονάδες δεδομένων μπορούν να μεταδοθούν σε οποιαδήποτε διαθέσιμη διαδρομή και έτσι αποφεύγεται η εμφάνιση συμφόρησης σε κάποιους κόμβους.

Σε ένα πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση οι μονάδες δεδομένων αποστέλλονται μαζί με όλη την αναγκαία πληροφορία για την επεξεργασία της μονάδας μόλις αυτή φθάσει στον προορισμό. Δεν υπάρχει εγγύηση ότι τα δεδομένα θα ληφθούν πράγματι από το δέκτη καθώς αυτά τα πρωτόκολλα δε χρησιμοποιούν αριθμούς ακολουθίας ούτε εξασφαλίζουν την παράδοση των μονάδων με τη σειρά.

Σε ένα πρωτόκολλο που είναι προσανατολισμένο προς σύνδεση πρέπει καταρχήν να αποσταλεί ένα σήμα αίτησης (request). Το σήμα αυτό χρησιμοποιείται για να διασφαλίσει ότι ο δέκτης έχει τους αναγκαίους πόρους για να επεξεργαστεί τα δεδομένα μόλις τα λάβει. Το πρωτόκολλο επίσης υποστηρίζει τους αριθμούς ακολουθίας και έτσι εξασφαλίζει την παράδοση με τη σειρά. Τα πρωτόκολλα αυτού του τύπου εν γένει εγκαθιδρύουν μία σύνοδο με την εφαρμογή στον υπολογιστή του προορισμού και διατηρούν τη σύνοδο, έως ότου ολοκληρωθεί η μετάδοση των δεδομένων. Αυτό μπορεί να απαιτεί την εκπομπή πολλών μονάδων δεδομένων, ανάλογα με τον όγκο δεδομένων που θέλει να στείλει ο αποστολέας.

Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι μία σύνοδος αποτελεί μία λογική σύνδεση και όχι μία φυσική σύνδεση. Η σύνοδος ελέγχεται από λογισμικό, το οποίο αλληλεπιδρά με το λειτουργικό σύστημα. Ένας υπολογιστής μπορεί να υποστηρίζει ταυτόχρονα πολλές συνόδους, ανάλογα με το λειτουργικό σύστημα και τους πόρους (hardware) που διαθέτει.

Σε ένα πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση δεν απαιτείται σύνδεση, όπως αναφέρθηκε παραπάνω και έτσι δεν είναι εγγυημένη η τακτή παράδοση των δεδομένων. Έτσι τα πρωτόκολλα αυτά είναι λιγότερο αξιόπιστα από τα πρωτόκολλα που είναι προσανατολισμένα προς σύνδεση. Όταν όμως χρησιμοποιούμε εξοπλισμό υψηλής αξιοπιστίας, όπως είναι οι οπτικές ίνες, η αδυναμία αυτή δεν αποτελεί πρόβλημα.

Σε πολλά πρωτόκολλα δικτύων το πρωτόκολλο του κατώτερου επιπέδου είναι χωρίς σύνδεση, ενώ τα πρωτόκολλα των ανώτερων επιπέδων είναι προσανατολισμένα προς σύνδεση. Έτσι η ευθύνη για την επεξεργασία υψηλού επιπέδου των δεδομένων

μετατοπίζεται από τις συσκευές του δικτύου στους υπολογιστές του αποστολέα και του δέκτη. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται το κόστος των συσκευών του δικτύου (όπως είναι οι δρομολογητές, routers) και η μετάδοση γίνεται ταχύτερα και πιο αξιόπιστα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΤΑ ΙΔΙΩΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ιδιωτικό (private) ονομάζεται οποιοδήποτε δίκτυο χρησιμοποιεί δικό του εξοπλισμό και δεν παρέχει στο κοινό την πρόσβαση σε αυτό. Για παράδειγμα, μία μεγάλη εταιρεία έχει συνήθως το δικό της, ιδιωτικό δίκτυο. Οι κλήσεις από έξω μπορούν να καλέσουν αριθμούς του δικτύου, αλλά θα πρέπει πρώτα να πληκτρολογήσουν επιπλέον ένα πλήρη τηλεφωνικό αριθμό. Οι κλήσεις μεταξύ εσωτερικών σημείων του δικτύου μπορούν να γίνονται με τη βοήθεια συγκεκριμένων τηλεφωνικών αριθμών, οι οποίοι αναφέρονται ως αριθμοί προέκτασης (extension numbers). Όλοι οι χρήστες ενός ιδιωτικού δικτύου συνδέονται στον ίδιο μεταγωγές (switch) ή συστοιχία μεταγωγέων, η οποία περιλαμβάνει μεταγωγείς διασυνδεδεμένους μεταξύ τους.

Οι τηλεφωνικοί μεταγωγείς που χρησιμοποιούνται στα ιδιωτικά δίκτυα λειτουργούν ως τηλεφωνικά κέντρα και παρέχουν όλες τις αναγκαίες λειτουργίες, καθώς και επιπρόσθετες λειτουργίες που δεν παρέχουν συνήθως τα τηλεφωνικά κέντρα. Ο σκοπός της χρήσης ιδιωτικών μεταγωγέων είναι για να διαχειρίζονται τις εισερχόμενες τηλεφωνικές κλήσεις. Έτσι, αντί να υπάρχει ένα κύκλωμα για κάθε τηλεφωνική συσκευή του δικτύου, συνδέεται με ένα μεταγωγέα ένας αριθμός κυκλωμάτων (τηλεφώνων) και οι χρήστες που καλούν από έξω συνδέονται με όποιο κύκλωμα είναι εκείνη τη στιγμή διαθέσιμο.

Για παράδειγμα, μία εταιρεία με 300 τηλέφωνα θα χρειαζόταν 300 τηλεφωνικές γραμμές του κεντρικού γραφείου της πόλης. Εάν όμως έχει το δικό της, ιδιωτικό μεταγωγέα, τότε μπορεί να χρειάζεται μόνο 10 τηλεφωνικά κυκλώματα, ανάλογα με τον αριθμό κλήσεων που πραγματοποιείται προς και από τις συσκευές του δικτύου (ο αριθμός αυτός προκύπτει μετά από σχετική έρευνα). Σήμερα υπάρχουν πολλά είδη τηλεφωνικών μεταγωγέων για τα ιδιωτικά δίκτυα.

3.1. Ιδιωτικά Συνδρομητικά Κέντρα (PBX)

Το Ιδιωτικό Συνδρομητικό Κέντρο (Private Branch Exchange, PBX) είναι μία συσκευή σαν τους μεταγωγείς των τηλεφωνικών κέντρων. Πέρα από την παροχή των βασικών υπηρεσιών, που είναι η διαβίβαση και λήψη τηλεφωνικών κλήσεων, οι συσκευές PBX μπορούν να παρέχουν πολλές άλλες υπηρεσίες. Σε αυτές περιλαμβάνονται η προώθηση κλήσεων (call forwarding), η ταχυδρόμηση φωνής (voice mail) και διάφορες μορφές αυτόματης δρομολόγησης. Αρχικά τα συστήματα PBX ήταν αναλογικοί μεταγωγείς που χρησιμοποιούσαν μηχανικούς ηλεκτρονόμους (ρελέ). Σύντομα όμως αντικαταστάθηκαν από ηλεκτρομηχανικούς μεταγωγείς.

Καθώς εξελισσόταν τα ψηφιακά ηλεκτρονικά δημιουργήθηκαν ψηφιακοί μεταγωγείς, οι οποίοι παρείχαν πολλές καινούργιες και ασυνήθιστες υπηρεσίες. Αυτοί οι ψηφιακοί μεταγωγείς μπορούν επίσης να εκμεταλλευθούν τα ψηφιακά κυκλώματα που τυχόν υπάρχουν στο οικείο κεντρικό γραφείο χωρίς να χρησιμοποιούν τις τράπεζες

καναλιών. Ένα άλλο στοιχείο των ψηφιακών συστημάτων PBX είναι ότι μπορούν να δρομολογούν τα δεδομένα μέσω του εαυτού τους και όχι μέσω ενός ξεχωριστού δικτύου δεδομένων. Δυστυχώς ο ρυθμός ροής δεδομένων στα συστήματα PBX υπολείπεται σημαντικά του ρυθμού ροής δεδομένων που επιτυγχάνεται στα δίκτυα δεδομένων, αλλά για εργασίες όπως είναι η επιλογή και συνένωση modem (modem pooling) και η διαχείριση εκτυπωτών, τα ψηφιακά συστήματα PBX προσφέρουν μία ελκυστική λύση.

Τα παλαιά συστήματα PBX αποτελούνταν από ένα χειροκίνητο πίνακα μεταγωγής (manual switchboard) και οι κλήσεις απαντούνταν από έναν κεντρικό τηλεφωνητή, ο οποίος συνέδεε το εξωτερικό χρήστη με την επιθυμητή συσκευή του δικτύου (δηλαδή με την κατάλληλη προέκταση). Καθώς τα συστήματα μεταγωγής έγιναν περισσότερο αυτοματοποιημένα, αυτή η λειτουργία ανατέθηκε στα αυτόματα συστήματα PBX. Μαζί με αυτά προσφέρθηκαν και διάφορες υπηρεσίες.

3.2. Χαρακτηριστικά και Δυνατότητες των Ιδιωτικών Δικτύων

Ένα ιδιωτικό δίκτυο έχει πολλές δυνατότητες. Όταν χρησιμοποιείται σύστημα PBX (και ειδικά το ψηφιακό σύστημα PBX), τότε οι δυνατότητες που παρέχει το κάνουν ελκυστικό. Πέρα από λειτουργίες όπως η προώθηση κλήσεων, υπάρχουν πολλές ολοκληρωμένες υπηρεσίες που παρέχονται με κατάλληλα βοηθήματα, όπως είναι η ταχυδρόμηση φωνής και οι Αυτόματοι Κατανεμητές Κλήσεων (Automatic Call Distributors, ACDs).

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των συστημάτων PBX είναι η αυτόματη δρομολόγηση κλήσεων, η οποία μπορεί να αποκληθεί και με άλλες ονομασίες από τους κατασκευαστές. Υπάρχουν δύο μορφές δρομολόγησης κλήσεων, προς τα μέσα και προς τα έξω. Οι εισερχόμενες κλήσεις δρομολογούνται προς το εσωτερικό του δικτύου, και ειδικότερα προς συγκεκριμένες προεκτάσεις, χρησιμοποιώντας κατάλληλους πίνακες εσωτερικής δρομολόγησης. Οι κλήσεις αυτές μπορούν επίσης να προωθηθούν, εάν οι συσκευές στο άλλο άκρο είναι κατειλημμένες ή

δεν απαντούν, σε άλλες προεκτάσεις ή σε βοηθητικά συστήματα, όπως είναι η ταχυδρόμηση φωνής.

Οι εξερχόμενες κλήσεις μπορούν να δρομολογηθούν με κριτήριο τη χρονική στιγμή πραγματοποίησης της κλήσης ή το κόστος της. Όταν σε ένα δίκτυο υπάρχει κόμβος (hub), που σημαίνει ότι το κεντρικό σύστημα PBX συνδέεται με άλλα, τοπικά συστήματα PBX, τότε οι υπεραστικές κλήσεις μπορούν να δρομολογηθούν προς άλλους κόμβους PBX με τη βοήθεια ειδικά μισθωμένων υπεραστικών γραμμών της τοπικής τηλεφωνικής εταιρείας. Το κόστος τότε της τηλεφωνικής κλήσης υπολογίζεται με βάση τη χρέωση της μετάδοσης από τον κόμβο του προορισμού έως τον αριθμό του προορισμού, που συχνά είναι ένας τοπικός αριθμός.

Αυτή η μορφή δρομολόγησης μπορεί να εξοικονομήσει χιλιάδες δολάρια σε μία εταιρεία, λόγω της αποφυγής υπεραστικών χρεώσεων και γι' αυτό συνηθίζεται στα δίκτυα φωνής των μεγάλων εταιρειών. Συχνά χρησιμοποιούνται περίπλοκοι πίνακες δρομολόγησης για την επίτευξη σωστής δρομολόγησης σε όλες τις εξερχόμενες κλήσεις.

Η ταχυδρόμηση φωνής παρέχεται συνήθως με τη βοήθεια ενός εξωτερικού υπολογιστή. Στον υπολογιστή αυτό συνδέεται μία αναλογική προέκταση ή περισσότερες και έτσι οι προεκτάσεις του συστήματος προωθούνται προς τις αναλογικές προεκτάσεις. Τυπικά, αυτές οι προεκτάσεις αποτελούν τμήμα μίας ομάδας αναζήτησης (hunt group).

Σε μία ομάδα αναζήτησης, μία προέκταση αναγορεύεται σε προέκταση - πιλότο και οι άλλες θεωρούνται ως μέλη της ομάδας αναζήτησης. Όταν επιλεγεί η προέκταση - πιλότος, τότε η κλήση δρομολογείται στο πρώτο διαθέσιμο μέλος της ομάδας αναζήτησης. Στην περίπτωση της ταχυδρόμησης φωνής οι προεκτάσεις αυτές μπορούν αν συνδέονται με τον υπολογιστή ταχυδρόμησης φωνής και να λαμβάνουν τόνους δύο συχνοτήτων (dual-tone multifrequency tones, DTMF). Όταν πραγματοποιηθεί μία σύνδεση με το σύστημα ταχυδρόμησης φωνής, τότε το σύστημα PBX θα αποστείλει τόνους DTMF για να ανακαλύψει την προέκταση από την οποία προωθήθηκε η κλήση.

Κάθε προέκταση των συστημάτων PBX αποκτά έναν ταχυδρομικό αριθμό (mailbox number), συνήθως τον ίδιο αριθμό με την αντίστοιχη προέκταση, στο σύστημα ταχυδρόμησης φωνής. Όταν μία κλήση προωθείται στο σύστημα ταχυδρόμησης φωνής, το σύστημα PBX αποστέλλει τόνους DTMF για να προσδιορίσει

ποιος ταχυδρομικός αριθμός πρέπει να συνδεθεί. Το λογισμικό στη συνέχεια ελέγχει μία σειρά ηχογραφήσεων, οι οποίες παρέχουν τις οδηγίες για να αφήσει κανείς ένα μήνυμα φωνής στο ταχυδρομείο φωνής. Τα μηνύματα αποθηκεύονται σε ψηφιακή μορφή στο σκληρό δίσκο του συστήματος ταχυδρόμησης φωνής.

Τα συστήματα ταχυδρόμησης φωνής μπορούν να ειδοποιούν τον κάτοχο μίας προέκτασης με πολλούς τρόπους. Εάν η τηλεφωνική συσκευή διαθέτει ενδεικτικό λαμπτήρα, το σύστημα ταχυδρόμησης φωνής μπορεί να αποστείλει ένα μήνυμα που να ανάψει το λαμπτήρα. Στην περίπτωση ενός αναλογικού συστήματος, τα ταχυδρομεία φωνής θα πρέπει να στείλει μία τάση στον αναλογικό λαμπτήρα μέσω της αναλογικής τηλεφωνικής γραμμής, η οποία να τον κάνει να φωτοβολήσει.

Στην περίπτωση των ψηφιακών τηλεφώνων, το σύστημα της ταχυδρόμησης φωνής αποστέλλει ένα ψηφιακό μήνυμα στο σύστημα PBX, το οποίο προσδιορίζει σε ποια προέκταση απευθύνεται το μήνυμα, και τότε το σύστημα PBX αναγκάζει τον ενδεικτικό λαμπτήρα της αντίστοιχης τηλεφωνικής συσκευής να φωτοβολήσει (ή αποστέλλει κάποιο άλλο μήνυμα ειδοποίησης). Τα συστήματα ταχυδρόμησης φωνής μπορούν επίσης να επιλέγουν άλλους αριθμούς, οι οποίοι ευρίσκονται αποθηκευμένοι στη μνήμη. Οι αριθμοί αυτοί μπορεί να είναι αριθμοί οικιών ή αριθμοί συνδρομητών του Internet.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό που σχετίζεται με τη φωνή είναι οι ηχητικές ανακοινώσεις (voice announcing). Μία συσκευή ηχητικών ανακοινώσεων είναι ένα αναλογικό ή ψηφιακό σύστημα, το οποίο συνδέεται με το σύστημα PBX μέσω μία αναλογικής προέκτασης. Όταν επιλεγεί αυτή η προέκταση, τότε το άτομο που καλεί ακούει μία σειρά από ανακοινώσεις. Οι προεκτάσεις αυτές συνήθως χρεώνονται στην ομάδα αναζήτησης και το άτομο που καλεί δε γνωρίζει ποιος είναι ο αριθμός προέκτασης που μεταδίδει το μήνυμα. Μία χρήση των ηχητικών ανακοινώσεων είναι η γνωστοποίηση των ωρών λειτουργίας της εταιρείας. Για παράδειγμα, όταν τα γραφεία της εταιρείας κλείνουν, ο διαχειριστής του συστήματος συνδέει τις τυχόν εισερχόμενες τηλεφωνικές κλήσεις με το σύστημα ηχητικών ανακοινώσεων, το οποίο θα απαντά σε όλες τις εισερχόμενες κλήσεις και θα γνωστοποιεί στους καλούντες τις ώρες λειτουργίας ή κάποια τηλέφωνα ανάγκης.

Ένας αυτόματος διαχειριστής διαβιβάζει τις εισερχόμενες κλήσεις σε διάφορες συσκευές ηχογραφημένων μηνυμάτων, και έτσι επιτρέπει την ανακοίνωση μόνο

συγκεκριμένων μηνυμάτων, ανάλογα με τον αριθμό προέκτασης που έχει επιλέξει το άτομο που καλεί. Αυτή η υπηρεσία είναι ιδιαίτερα δημοφιλής σε περιβάλλοντα όπως η εξυπηρέτηση πελατών και οι τηλεφωνικές πωλήσεις. Το άτομο που καλεί προωθείται στον αριθμό - πιλότο μίας ομάδας αναζήτησης, η οποία τότε το συνδέει με το κατάλληλο ηχογραφημένο μήνυμα. Το μήνυμα αυτό μπορεί να παρέχει διάφορες επιλογές και το άτομο που καλεί μπορεί να επιλέξει κάποια από αυτές πατώντας ένα επιπλέον πλήκτρο.

Όταν το άτομο που καλεί επιλέγει αυτόν τον επιπλέον μονοψήφιο αριθμό, ένας πίνακας δρομολόγησης του PBX εντοπίζει σε ποια προέκταση θα πρέπει αυτό να οδηγηθεί. Η προέκταση είναι συνήθως μία άλλη συσκευή που περιέχει ηχογραφημένο μήνυμα ή ίσως ο αριθμός - πιλότος κάποιας επόμενης ομάδας αναζήτησης. Η λειτουργία αυτή επιτρέπει τις εισερχόμενες κλήσεις να προσπερνούν τον τηλεφωνητή και, εάν τα άτομα που καλούν γνωρίζουν εκ των προτέρων τον αριθμό προέκτασης με τον οποίο επιθυμούν να συνδεθούν, να επιλέγουν μόνα τους τον αριθμό προέκτασης ή να δρομολογούνται σε αυτόν μέσω ενός δικτύου ηχογραφημένων μηνυμάτων.

Οι αυτόματοι κατανεμητές κλήσεων (automatic call distributors, ACD) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δρομολογήσουν τις εισερχόμενες κλήσεις σε ένα μεγάλο αριθμό «πρακτόρων» (agents). Κάθε πράκτορας είναι μέλος μίας ομάδας αναζήτησης και του ανατίθεται να εξυπηρετήσει κλήσεις ανάλογα με το χρόνο που έχει παραμείνει αδρανής (δηλαδή μη - εξυπηρετώντας κλήσεις). Τα συστήματα αυτά συχνά λειτουργούν ως βοηθητικά συστήματα των συστημάτων PBX, παρότι υπάρχουν σήμερα πολλά συστήματα PBX που συμπεριλαμβάνουν τη λειτουργία ACD μέσα σε ένα πακέτο ολοκληρωμένων λειτουργιών.

Η διαφορά ανάμεσα στο σύστημα ACD και μία συνηθισμένη ομάδα αναζήτησης εντοπίζεται στο υπολογιστικό μέρος του συστήματος. Στα συστήματα ACD υπάρχει ένας αριθμός αναφορών, που έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να βοηθά τους διαχειριστές των κέντρων διαχείρισης κλήσεων να διαχειρίζονται τους πόρους τους. Μια και τα κέντρα κλήσεων διαχειρίζονται μεγάλους όγκους κλήσεων (εισερχόμενων ή εξερχόμενων), η διαχείριση των πόρων τους (resources) είναι πολύ σημαντικός παράγοντας. Οι πόροι που αναφέρονται είναι είτε οι υπάρχοντες πράκτορες που λαμβάνουν κλήσεις είτε οι διαθέσιμες ουρές αναμονής.

Οι αναφορές που χρησιμοποιούνται από το σύστημα διαχείρισης (διαχειριστής, manager) ενός κέντρου κλήσεων προσδιορίζουν την παραγωγικότητα (ή όχι) της ομάδας. Αυτό σημαίνει ότι οι πράκτορες πρέπει να συνδέονται στο σύστημα μόλις μπορούν να δέχονται κλήσεις και να αποσυνδέονται από αυτό όταν αδυνατούν να λαμβάνουν κλήσεις. Μερικά συστήματα ACD παρέχουν ακόμα και επιμέρους κατηγορίες εξυπηρέτησης, όπως είναι η «γραφική εργασία» (paperwork) και το «διάλειμμα» (break), οπότε προσδιορίζεται ακριβέστερα γιατί οι πράκτορες αδυνατούν να λαμβάνουν κλήσεις. Οι επιλογές αυτές εμφανίζονται στις αναφορές που λαμβάνουν οι διαχειριστές.

Το τηλέφωνο του διαχειριστή διαθέτει έναν αριθμό πλήκτρων που είναι σχεδιασμένα για τις λειτουργίες του συστήματος ACD. Υπάρχει το κουμπί σύνδεσης (log on), που χρησιμοποιείται από τον κάθε πράκτορα όταν πιάνει δουλειά. Από τη στιγμή που θα γίνει αυτό, οι κλήσεις μπορούν να δρομολογούνται προς το τηλέφωνο του συγκεκριμένου πράκτορα. Καταγράφεται η χρονική στιγμή σύνδεσης του κάθε πράκτορα στο σύστημα και αναγράφεται στις αναφορές που συμπληρώνει αυτός προς το διαχειριστή του κέντρου κλήσεων.

Άλλα πλήκτρα χρησιμοποιούνται για να απομακρυνθεί ένας πράκτορας από την ομάδα αναζήτησης για διάφορους λόγους, όπως το «διάλειμμα» ή η «γραφική δουλειά». Αυτό επιτρέπει το διαχειριστή του κέντρου κλήσεων να καταγράφει από κοντά την απόδοση κάθε πράκτορα του συστήματος.

Τα συστήματα ACD χρησιμοποιούν ένα βοηθητικό υπολογιστή για να αποθηκεύουν όλα τα ενεργά δεδομένα και να παράγουν αναφορές σε πραγματικό χρόνο προς το διαχειριστή του κέντρου κλήσεων. Η οθόνη στο τερματικό του υπολογιστή μπορεί να οργανωθεί έτσι ώστε να απεικονίζει τις στατιστικές του κέντρου σε πραγματικό χρόνο, καθώς και τα δεδομένα που αφορούν τις άλλες δραστηριότητες, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο τους διαχειριστές να παρακολουθούν τους πόρους τους από κοντά. Στο τερματικό του συστήματος ACD μπορούν επίσης να δημιουργηθούν λεπτομερείς αναφορές.

Οι αναφορές αυτές μπορεί συχνά να είναι περίπλοκες, ανάλογα με το σύστημα. Οι διαχειριστές μπορούν να συγκρίνουν τους πράκτορες μεταξύ τους, ακόμη και έναν πράκτορα με μία ομάδα πρακτόρων. Μερικά συστήματα ακόμη παρέχουν αναφορές παραγωγικότητας με τη μορφή διαγραμμάτων.

3.3. Ολοκλήρωση Φωνής και Δεδομένων

Πολλά ψηφιακά συστήματα PBX παρέχουν ολοκληρωμένες λειτουργίες δεδομένων και φωνής. Αυτό επιτρέπει τη μετάδοση και των δεδομένων και της φωνής διαμέσου του συστήματος PBX. Θα μπορούσε κάποιος να σκεφθεί ότι με τον τρόπο αυτό θα οδηγηθούμε στην κατάργηση της σύνδεσης των υπολογιστών των εταιρειών μέσω των τοπικών δικτύων (LAN), αλλά στην πραγματικότητα τα συστήματα PBX δεν προσφέρουν το ίδιο εύρος ζώνης και τους ίδιους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων όπως τα LAN.

Οι συσκευές δεδομένων, όπως είναι τα modem, οι εκτυπωτές και οι υπολογιστές, μπορούν να συνδεθούν στο σύστημα PBX μέσω ψηφιακών τηλεφωνικών γραμμών ή άλλων προσαρμογέων δεδομένων. Τότε η φωνή και τα δεδομένα αποστέλλονται μέσω του ίδιου ζεύγους καλωδίων, οπότε επιτρέπουν τις εταιρείες να ενισχύσουν τα τυχόν σχέδια εγκατάστασης καλωδίων που υλοποιούν.

Στους εκτυπωτές μπορεί συνήθως να αποδοθεί ένας αριθμός προέκτασης του συστήματος και έτσι μπορούν να προσπελασθούν επιλέγοντας τον αριθμό προέκτασης τους σε μία ειδική γραμμή δεδομένων. ο προσωπικό υπολογιστής (PC) ενός χρήστη, εάν είναι συνδεδεμένος σε κάποιο τηλέφωνο, μπορεί να τυπώσει κατευθείαν στον εκτυπωτή χωρίς να χρησιμοποιήσει το τοπικό δίκτυο. Με όμοιο τρόπο, τα modem μπορούν να προσαρμοστούν σε προεκτάσεις που έχουν αποδοθεί σε μία ομάδα αναζήτησης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από εσωτερικούς συνομιλητές εάν χρειάζεται. Η κατάσταση αυτή αναφέρεται ως συνένωση modem (modem pooling). Χρησιμοποιώντας αυτή τη λειτουργία δε χρειάζεται πια κάθε προσωπικό υπολογιστής να είναι συνδεδεμένος με το δικό του modem.

Παρότι τα παραπάνω φαίνονται ελκυστικά, τα συστήματα PBX μπορούν να υποστηρίξουν ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων μόλις έως 19 kbps, τιμή που είναι ασύγκριτα χαμηλότερη από τα 100 Mbps που υποστηρίζεται από τα τοπικά δίκτυα. Σε περιβάλλον PBX δεν υποστηρίζονται οι λειτουργίες πελάτη / κέντρου εξυπηρέτησης (client / server), επειδή αυτές απαιτούν υψηλότερους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων από αυτούς που μπορούν να παρέχουν τα συστήματα PBX.

Μία άλλη λύση για τη συνένωση φωνής και δεδομένων στα ιδιωτικά δίκτυα είναι η χρησιμοποίηση σταθμών εργασίας (workstations) και προσωπικών υπολογιστών για την επικοινωνία φωνής. Στο χώρο αυτό ανθεί μία ολόκληρη βιομηχανία, η οποία παρέχει διάφορα κυκλώματα και συσκευές (hardware) και λογισμικό (software) που διασυνδέονται με προσωπικούς υπολογιστές και τους μετατρέπουν σε τηλεφωνικές συσκευές και υπολογιστές.

Ο υπολογιστής που έχω στο γραφείο μου έρχεται συσκευασμένος μαζί με λογισμικό που παρέχει υπηρεσίες φαξ, ταχυδρομείου φωνής και επικοινωνίες φωνής μέσω του υπολογιστή. Αυτή αποτελεί μία εξαιρετική λύση για όσους εργάζονται από απόσταση και πολλά από τα πιο ειδικευμένα προϊόντα έχουν ήδη βρει το δρόμο τους προς τα γραφεία των εταιρειών. Αυτά δεν είναι ίδια με την κλασική τηλεφωνία φωνής, αλλά την προσεγγίζουν πολύ.

3.3.1. Μετάδοση φωνής σε Πρωτόκολλα IP (VoIP)

Καθώς το Internet γίνεται όλο και πιο δημοφιλές, έχουν κάνει την εμφάνισή τους εφαρμογές γι' αυτό. Δεν έχουν περάσει πολλά χρόνια από τότε που οι θιασώτες των υπολογιστών ξεκίνησαν να διερευνούν την πιθανότητα μετάδοσης φωνής μέσα από τα πρωτόκολλα IP, και ειδικότερα μέσα από το Internet. Η βασική ιδέα ήταν η πιθανότητα πραγματοποίησης ελεύθερων διεθνών τηλεφωνικών κλήσεων. Η ιδέα εξελίχθηκε και σύντομα οι αγορές κατακλύστηκαν από διάφορα νέα προϊόντα.

Η έλξη που ασκεί αυτή η ιδέα οφείλεται εν μέρει στο ότι τα δίκτυα των εταιρειών έχουν και αυτά το πρωτόκολλο IP. Το πρωτόκολλο IP έχει γίνει η τεχνολογία που επιλέγεται για τα δίκτυα εταιρειών (LAN αλλά και WAN). Η προοπτική χρήσης αυτού του δικτύου για μετάδοση δεδομένων αλλά και φωνής είναι ελκυστική αλλά όχι ιδιαίτερα αποδοτική, καθώς υπάρχει ένας αριθμός παραγόντων που πρέπει να ληφθεί υπόψη.

Πρώτα απ' όλα, το Internet καθ' αυτό έχει σχεδιαστεί για μεταφορά δεδομένων. Η μετάδοση δεδομένων είναι γενικά σύντομη σε διάρκεια και εμφανίζεται σε συστάδες (ή αλλιώς σε «ομοβροντίες», bursts) από πολλούς διαφορετικούς χρήστες με βάση την αρχή της προτεραιότητας. Ενδογενές στοιχείο του είναι οι χρονικές καθυστερήσεις, όχι μόνο εξαιτίας του τρόπου δέσμευσης του εύρους ζώνης αλλά και λόγω της αρχιτεκτονικής του ίδιου του δικτύου. Παρότι σε πολλές περιπτώσεις επικοινωνίας

δεδομένων η ύπαρξη χρονικών καθυστερήσεων γίνεται αποδεκτή, οι καθυστερήσεις στη μετάδοση φωνής δε μπορούν να γίνονται ανεκτές.

Το δίκτυο φωνής, από την άλλη πλευρά, έχει σχεδιαστεί για μεταδόσεις που έχουν μέση χρονική διάρκεια έξι λεπτών και απαιτεί τη δέσμευση συγκεκριμένου εύρους ζώνης καθ' όλη τη διάρκεια της συνομιλίας. Η μετάδοση φωνής από τη φύση της δεν περιλαμβάνει ομοβροντίες και εφόσον προκύπτει σε πραγματικό χρόνο δεν μπορεί αν δεχθεί καθυστερήσεις. Σε ένα δίκτυο φωνής το εύρος ζώνης δεσμεύεται από τα δύο άκρα της συνομιλίας από τη στιγμή που ξεκινά η συνομιλία έως τη στιγμή που λήγει. Αυτό οπωσδήποτε δεν αποτελεί αποδοτική αξιοποίηση του δικτύου, αλλά έτσι είναι η φύση των συστημάτων μεταγωγής κυκλώματος.

Η ιδανική λύση θα ήταν ένα δίκτυο που να συνδυάζει τα ενδογενή πλεονεκτήματα της μεταγωγής πακέτου (δέσμευση εύρους ζώνης, διαχείριση πόρων κ.ά.) με την ποιότητα υπηρεσιών που παρέχεται από τη μεταγωγή κυκλώματος (δέσμευση συγκεκριμένου εύρους ζώνης από εφαρμογές πραγματικού χρόνου). Σήμερα γίνεται μεγάλη προσπάθεια για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος. Το πρωτόκολλο TCP/IP αποτελεί την επιλεγόμενη τεχνολογία, μαζί με ένα μίγμα εξαρτημάτων μεταγωγής κυκλώματος και μία σειρά βελτιώσεων στα υπάρχοντα πρωτόκολλα ώστε να παρέχονται τα καλύτερα στοιχεία των δύο τρόπων μετάδοσης.

Υπάρχει ένας αριθμός εταιρειών που τώρα χρησιμοποιούν δίκτυα TCP/IP για τη μετάδοση φωνής και δεδομένων. Υπάρχει ένας αριθμός προϊόντων που διατίθενται ήδη στο εμπόριο για την υποστήριξη της μετάδοσης φωνής από τα δίκτυα IP (εφόσον το δίκτυο IP είναι ένα ιδιωτικό δίκτυο και όχι το δημόσιο δίκτυο Internet). Το σύστημα VoIP έχει εξελιχθεί από επινοήση για την εξοικονόμηση χρημάτων κατά τις διεθνείς συνδιαλέξεις με τη βοήθεια του Internet: σε μία υπολογίσιμη βιομηχανία, που περιλαμβάνει πολλούς κατασκευαστές που διαθέτουν στην αγορά σημαντικά προϊόντα υποστήριξης αυτής της εφαρμογής.

Από την πλευρά της αντικατάστασης του υπάρχοντος τηλεφωνικού εξοπλισμού, οι παραπάνω αλλαγές δεν προβλέπεται να γίνουν εύκολα. Σήμερα οι κλήσεις μέσω του Internet είναι δωρεάν επειδή οι παροχείς υπηρεσιών Internet (οι εταιρείες ISP) δε μπορούν να επιβάλλουν χρέωση στο πέρας της συνομιλίας. Αυτή όμως η κατάσταση αναμένεται να αλλάξει πολύ σύντομα. Οι εταιρείες παροχής υπηρεσιών Internet θα αναγκαστούν να πληρώνουν τα ίδια τέλη με τα οποία επιβαρύνονται οι εταιρείες παροχής τηλεφωνικών

υπηρεσιών, όταν διασυνδέουν τα δίκτυα μεταξύ τους. Η μεταβολή αυτή θα εξισορροπήσει το πεδίο ανταγωνισμού και σε μερικά χρόνια οι τηλεφωνικές κλήσεις που θα γίνονται μέσω Internet; θα κοστίζουν το ίδιο με τις τηλεφωνικές κλήσεις μέσω του κλασικού τηλεφωνικού δικτύου.

Η βιομηχανία έχει συγκροτήσει διάφορες επιτροπές (forums) για να θεσπίσει πρότυπα, τα οποία να επιτρέπουν τη δια σύνδεση, των δικτύων δεδομένων με το *Δημόσιο Μεταγωγίμο Τηλεφωνικό Δίκτυο των ΗΠΑ (Public Switched Telephine Network, PSTN)*, σε εθνικό αλλά και διεθνές επίπεδο. Το αποτέλεσμα θα είναι η εκτέλεση κάποιων τροποποιήσεων στο πρωτόκολλο TCP/IP, στο σύστημα σηματοδοσίας SS7, όπως και σε άλλες τεχνολογίες PSTN. Οι τηλεφωνικές εταιρείες ήδη τροποποιούν τα δίκτυα τους ώστε να υποστηρίξουν αυτή τη νέα εφαρμογή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΦΩΝΗ ΣΤΟ INTERNET: ΜΥΘΟΣ Ή ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες χρήσης του Internet για την εκτέλεση τηλεφωνικών κλήσεων. Οι προσπάθειες αυτές έχουν αποβεί εν μέρει επιτυχείς, ανάλογα με τι θεωρεί ο καθένας ως επιτυχία. Το Internet μπορεί να μεταφέρει φωνή, αλλά οι καθυστερήσεις στη δρομολόγηση προκαλούν καθυστερήσεις στην παράδοση των πακέτων φωνής στον προορισμό. Αυτό σημαίνει ότι η συνδιάλεξη είναι γεμάτη παύσεις, οι οποίες μπορούν να είναι εκνευριστικές για όλους εμάς που έχουμε συνηθίσει στην αμφίδρομη επικοινωνία.

Παρόλα αυτά υπάρχει εξαιρετικά έντονη διάθεση για τη διαχείριση τηλεφωνικών κλήσεων από δίκτυα IP και οφείλεται στο γεγονός ότι η πρόσβαση στο Internet χρεώνεται με πάγιο τέλος, ανεξάρτητα από το χρόνο που είναι κάποιος συνδεδεμένος σε αυτό. Η κατάσταση αυτή σήμερα αλλάζει, καθώς πολλές εταιρείες εξετάζουν την πιθανότητα χρονοχρέωσης της πρόσβασης στο Internet, όπως κάνουν εδώ και χρόνια οι τηλεφωνικές εταιρείες. Ήδη οι νέες εταιρείες που παρέχουν υπηρεσίες Internet έχουν ενσωματώσει τη χρονοχρέωση στα σχέδιά τους. Αυτή η τάση αναμένεται να συνεχιστεί και πιθανόν να δούμε ακόμα και κλήσεις μεταφοράς δεδομένων να χρεώνονται ανάλογα με τη διάρκειά τους.

Ενώ πολλές εταιρείες πωλούν λογισμικό που επιτρέπει την πραγματοποίηση τηλεφωνικών συνδιαλέξεων μέσω του δημοσίου δικτύου Internet, αρκετές άλλες προσανατολίζονται στη δημιουργία ιδιωτικών δικτύων με χρήση πρωτοκόλλων IP, τα οποία να είναι ειδικά σχεδιασμένα για εφαρμογές φωνής. Το κίνητρο αυτών των εταιρειών είναι το μειωμένο κόστος του εξοπλισμού που αφορά τα πρωτόκολλα IP, σε

σύγκριση με τα παραδοσιακά δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος. Ο εξοπλισμός καναλιών (για παράδειγμα το πρότυπο DS-1) είναι πολύ πιο ακριβός από τα δίκτυα IP και απαιτεί περισσότερο εξοπλισμό υποδομής.

Καθώς πολλές εταιρείες αναπτύσσουν δίκτυα IP για μετάδοση φωνής και δεδομένων, οι υπάρχουσες τηλεφωνικές εταιρείες προσανατολίζονται στην κατασκευή νέων δικτύων IP και μεθόδων διασύνδεσης IP για να διαχειρίζονται την αυξανόμενη κίνηση πληροφορίας του Internet. Οι τηλεφωνικές εταιρείες σχεδίαζαν ανέκαθεν τα δίκτυά του για μετάδοση φωνής. Μία μέση τηλεφωνική κλήση διαρκεί 6 λεπτά και κάθε νοικοκυριό κάνει κατά μέσο όρο τρεις κλήσεις την ημέρα (αυτά είναι αποκλειστικά στατιστικά δεδομένα που συλλέγουν οι εταιρείες για να γνωρίζουν την υπάρχουσα τηλεφωνική κίνηση). Με την αυξανόμενη δημοτικότητα του Internet, η παραπάνω κατάσταση αλλάζει καθημερινά.

Οι χρήστες του Internet καλούν την εταιρεία παροχής υπηρεσιών Internet (ISP) που έχουν επιλέξει χρησιμοποιώντας το Δημόσιο Μεταγωγικό Τηλεφωνικό Δίκτυο Μεταγωγής (PSTN). Μόλις συνδεθούν στην εταιρεία ISP, οι χρήστες μπορούν να αφιερώσουν ώρες εξερευνώντας το δίκτυο ή απλά διατηρώντας τη σύνδεση όλη μέρα για να λαμβάνουν ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ή να χρησιμοποιούν άλλες υπηρεσίες. Η πρακτική αυτή επιβαρύνει εξαιρετικά το τηλεφωνικό δίκτυο, το οποίο πρέπει να δεσμεύσει πόρους και εξοπλισμό για τη διατήρηση των παραπάνω συνδέσεων από άκρο σε άκρο για όλη τη διάρκεια τέτοιων κλήσεων. Εάν αναλογιστούμε το μοντέλο της διακίνησης πληροφορίας, δεν είναι δύσκολο να διαπιστώσουμε ότι οι τηλεφωνικές εταιρείες αντιμετωπίζουν το κόστος της τοποθέτησης πρόσθετου εξοπλισμού στα δίκτυά τους.

Ας λάβουμε επιπλέον υπόψη το γεγονός ότι, σύμφωνα με πρόσφατες δημοσκοπήσεις, το ένα τρίτο των νοικοκυριών στις ΗΠΑ συνδέονται με το Internet. Ο αριθμός αυτός αυξάνει σταθερά και αποτελεί πονοκέφαλο για τις μεγάλες τηλεφωνικές εταιρείες. Η μετάβαση στα δίκτυα IP αποτελεί μία ελκυστική εναλλακτική πρόταση, καθώς τέτοια δίκτυα έχουν σημαντικά μικρότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης. Κάποιες εκτιμήσεις σημειώνουν ότι το κόστος ενός εξοπλισμού καναλιών (όπως του DS0) κοστίζει κατά μέσο όρο 2000 δολάρια ανά μήνα, ενώ ένας αντίστοιχος εξοπλισμός για δίκτυα IP κοστίζει περίπου 500 δολάρια ανά μήνα. Στα ποσά αυτά

περιλαμβάνεται και ο εξοπλισμός που απαιτείται για την υποστήριξη του βασικού εξοπλισμού, και γι' αυτό πιθανόν τα ποσά φαίνονται σε εσάς και εμένα κάπως υψηλά.

Ένας από τους τρόπους μείωσης του κόστους που εξετάζουν οι τηλεφωνικές εταιρίες είναι η παράκαμψη του φόρτου που σχετίζεται με το Internet (Internet Offload). Αυτό σημαίνει ότι οι εταιρίες, χρησιμοποιώντας έξυπνους μεταγωγείς και το σύστημα σηματοδότησης SS7, μπορούν να δρομολογούν το φόρτο που αναφέρεται στο Internet σε δίκτυα IP. Έτσι η υπάρχουσα τηλεφωνική υποδομή απαλλάσσεται από το συνωστισμό δεδομένων και μειώνονται οι ανάγκες τοποθέτησης επιπρόσθετου εξοπλισμού. Πολλές εταιρίες ήδη παρέχουν τέτοιες λύσεις. Για πολλές άλλες εταιρίες η παραπάνω μέθοδος αποτελεί την είσοδό τους στην αγορά Υπηρεσιών Φωνής (Voice over IP).

Ο Νόμος των Τηλεπικοινωνιών των ΗΠΑ του 1996 άνοιξε τις τοπικές αγορές τηλεφωνίας στον ανταγωνισμό και πρόσθεσε νέους παίκτες στο χώρο της παροχής τοπικών τηλεφωνικών υπηρεσιών. Το κόστος δημιουργίας ενός δικτύου για παροχή τοπικών υπηρεσιών μπορεί να είναι πολύ μεγάλο, αλλά εάν μία εταιρεία στηρίζει την υποδομή της σε πρωτόκολλα IP το κόστος μπορεί να μειωθεί σημαντικά. Πολλές από τις νέες εταιρίες - φορείς, που είδαμε ότι ονομάζονται Ανταγωνιστικοί Φορείς Τοπικής Ανταλλαγής (CLEC) κατασκευάζουν ήδη δίκτυα στηριγμένα στο IP για αυτόν ακριβώς το λόγο. Οι εταιρίες αυτές επεκτείνουν τα δίκτυά του σε εθνικό επίπεδο, ώστε να μπορούν να προσφέρουν τοπικές και υπεραστικές υπηρεσίες σε όλες τις σημαντικές αγορές τηλεφωνίας.

Οι εταιρίες παροχής υπηρεσιών Internet (ISP) πλεονεκτούν σε αυτήν τη νέα βιομηχανία, καθώς ήδη έχουν εγκαταστήσει δίκτυα IP. Αγοράζοντας τηλεφωνικό εξοπλισμό μεταγωγής κυκλώματος και επιπρόσθετο εξοπλισμό για διασύνδεση του παραπάνω με α δίκτυα μεταγωγής πακέτου Ip, οι εταιρίες ISP μπορούν να εισέλθουν στο πεδίο των εταιρειών CLEC πολύ γρηγορότερα και χωρίς να επενδύσουν μεγάλα κεφάλαια για την απόκτηση υποδομής. Ήδη έχουμε δει στις ΗΠΑ εκατοντάδες εταιρείες CLEC έτοιμες για δουλειά και η βιομηχανία εκτιμά ότι κατά την επόμενη χρονιά θα δημιουργηθούν εκατοντάδες περισσότερες.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η μετάδοση φωνής μέσω δικτύου IP (VoIP) είναι πιο οικονομική, αλλά κάποια εγγενή προβλήματα παραμένουν. Τα πρωτόκολλα IP έχουμε ήδη αναφέρει ότι δεν ταιριάζουν εξαιρετικά σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου και

απαιτούν τροποποιήσεις στο υπάρχον πρωτόκολλο, καθώς και επιπρόσθετα πρωτόκολλα για να μπορούν να παρέχουν την Ποιότητα Υπηρεσίας (Quality of Service QoS) που απαιτούν οι εφαρμογές αυτές. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται από διάφορους οργανισμούς προτυποποίησης.

Η Ομάδα Δράσης Μηχανικών Internet (IETF) σήμερα επιδιώκει τον ορισμό αρκετών νέων πρωτοκόλλων, τα οποία πρόκειται να προστεθούν στην οικογένεια πρωτοκόλλων TCP/IP και να αντιμετωπίζουν τα προβλήματα που αποκτά η μετάδοση σε πραγματικό χρόνο μέσω δικτύου IP. Η ένωση ITU επίσης μελετά αυτά τα ζητήματα και συνεργάζεται με τη βιομηχανία για να ορίσει πρωτόκολλα τα οποία θα μπορούν να ελέγχουν τα διάφορα τμήματα του δικτύου που θα εξυπηρετούν τις υπηρεσίες φωνής.

Πέρα από νέα πρωτόκολλα, απαιτείται και η κατασκευή νέων συσκευών (hardware). Στα δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος οι τηλεφωνικοί μεταγωγείς είναι έτσι σχεδιασμένοι ώστε να διαχειρίζονται τις συνδέσεις της κλήσης με βάση τα ψηφία που επιλέγει ο χρήστης (καθώς και επιπρόσθετα στοιχεία που εντοπίζουν σε απομακρυσμένες βάσεις δεδομένων). Οι μεταγωγείς είναι από τη φύση τους αναλογικοί και δεν είναι συμβατοί με την τεχνολογία μεταγωγής πακέτου. Οι μεταγωγείς αυτοί πρέπει να αντικατασταθούν από νέους, ψηφιακούς μεταγωγείς, ειδικά σχεδιασμένους για δίκτυα μεταγωγής πακέτου.

Πέρα από νέους μεταγωγείς, πρέπει να τοποθετηθούν και άλλες συσκευές σε ένα δίκτυο IP. Οι συσκευές αυτές θα πρέπει να μπορούν να διακρίνουν εάν κάποια πληροφορία είναι δεδομένα ή φωνή. Τότε η πληροφορία δεδομένων θα μπορεί να διαβιβαστεί κατευθείαν στο Internet, αντί να περάσει μέσα από το τμήμα διαχείρισης φωνής του δικτύου. Έτσι επίσης μπορεί να αποτραπεί η χρήση ιδιωτικών δικτύων IP για τη δρομολόγηση της πληροφορίας που απευθύνεται στο Internet. Λίγο αργότερα θα συζητήσουμε τα στοιχεία ενός δικτύου VoIP.

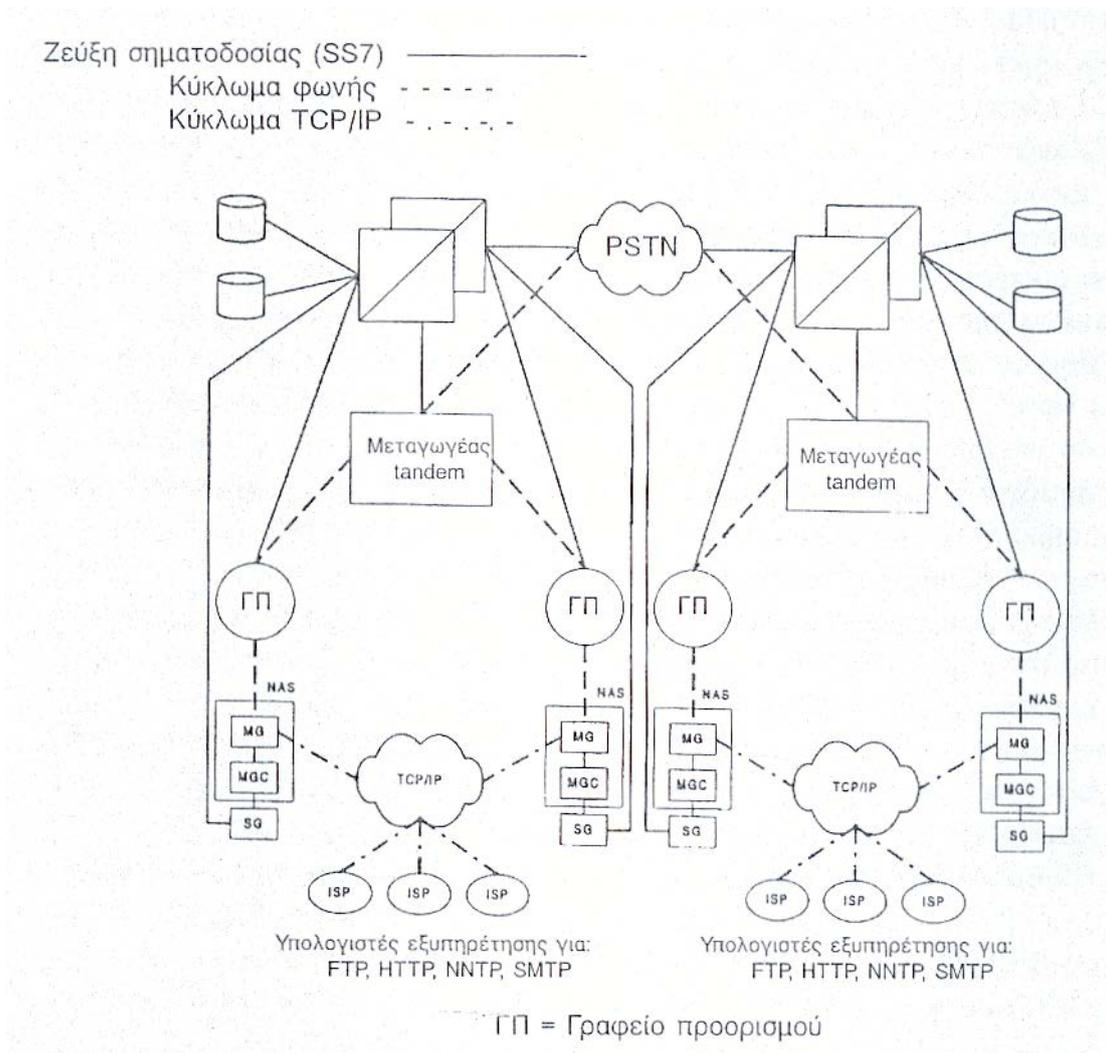
Οι μεταγωγείς επιπλέον διασυνδέονται με το δίκτυο σηματοδοσίας, το οποίο είναι σχεδιασμένο να διαχειρίζεται συνδέσεις από άκρο σε άκρο. Το δίκτυο σηματοδοσίας στηρίζεται στην οικογένεια πρωτοκόλλων SS7 που δημιουργήθηκε κατά το τέλος της δεκαετίας του 1960. Θα μπορούσε κάποιος να σκεφθεί ότι τα πρωτόκολλα TCP/IP θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν αυτά τα πρωτόκολλα, αλλά τα TCP/IP δεν παρέχουν τις ίδιες υπηρεσίες με τα SS7. Η διαφορά αυτή θα εξηγηθεί στη συνέχεια.

Αυτό σημαίνει ότι τα TCP/IP και SS7 πρέπει να συνεργαστούν και ότι τα μηνύματα του πρωτοκόλλου SS7 θα πρέπει να μετατραπούν, ώστε να μπορούν να μεταδοθούν μέσω δικτύων IP. Η εργασία αυτή ευρίσκεται ήδη σε εξέλιξη και υπάρχει ένας αριθμός επιτροπών που ορίζει τα νέα πρωτόκολλα που θα επιτρέπουν τη συνεργασία. Ένα τέτοιο πρωτόκολλο διασυνεργασίας (interworking protocol) επιτρέπει δύο ανόμοια πρωτόκολλα να διασυνδέονται το ένα με το άλλο. Στην περίπτωση μας, τα μηνύματα του SS7 πρέπει να υποστούν τροποποίηση, ώστε να μπορούν να μεταφερθούν με τη βοήθεια δικτύων μεταγωγής πακέτου (IP) και όχι με τη βοήθεια του πρωτοκόλλου μεταφοράς του SS7, που ονομάζεται Τμήμα Μεταφοράς Μηνύματος (Message Transfer Part, MTP).

4.1. Στοιχεία των Δικτύων Μετάδοσης Φωνής μέσω Πρωτοκόλλων IP (VoIP)

Η χρήση πρωτοκόλλων IP για τη μετάδοση φωνής και άλλων εφαρμογών πραγματικού χρόνου απαιτεί νέες συσκευές (hardware) για την υποστήριξη της δρομολόγησης και της διαχείρισης των συνδέσεων. Στην παρούσα παράγραφο θα εξηγήσουμε την τυπική ιεραρχία των σχετικών δικτύων, καθώς και τα επιμέρους στοιχεία - συσκευές που απαιτούνται. Η σχεδίαση του δικτύου διαφέρει από φορέα σε φορέα, αλλά οι βασικές αρχές είναι πάντοτε οι ίδιες. Στο σχήμα 2 εικονίζεται ένα τυπικό δίκτυο μετάδοσης φωνής μέσω πρωτοκόλλου IP (Voice over IP, VoIP) και όλα τα στοιχεία του.

Στην πραγματικότητα στο σχήμα 2 εικονίζονται δύο δίκτυα. Παρότι εμπλέκονται δρομολογητές, γέφυρες και άλλα στοιχεία δικτύων δεδομένων (όπως ακριβώς υπάρχουν πολυπλέκτες και μονάδες εξυπηρέτησης καναλιών στο δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο PSTN), οι συσκευές αυτές δεν εικονίζονται στο σήμα για απλότητα. Το σχήμα εικονίζει τις διάφορες λειτουργίες που πρέπει να επιτελούνται από τα δίκτυα PSTN και VoIP.



Σχήμα 2. Τυπικό δίκτυο VoIP

Το σχήμα δείχνει ένα συμβατικό Τερματικό Γραφείο (ή αλλιώς Γραφείο Προορισμού, ΓΠ), το οποίο αποτελεί επίσης Σημείο Μεταγωγής Σήματος (Signal Switching Point, SSP), το οποίο συνδέεται με το συνδρομητή. Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιείται ένας συμβατικός τηλεφωνικός μεταγωγέας για τη διαχείριση της σύνδεσης προς το συνδρομητή (τουλάχιστον έως ότου δημιουργηθούν νέες συσκευές με τεχνολογία μεταγωγής πακέτου που να εκτελούν την ίδια εργασία). Πρέπει να έχουμε υπόψη ότι αυτοί οι μεταγωγείς εκτελούν πολύ περισσότερα πράγματα από μία απλή σύνδεση κλήσεως, καθώς παρέχουν πολλές επιπρόσθετες υπηρεσίες στο συνδρομητή, όπως είναι η αναμονή κλήσης (call waiting), η ταυτοποίηση του ονόματος του καλούντα (caller name identification) και η προώθηση κλήσεων (call forwarding).

Ο μεταγωγέας του γραφείου προορισμού συνδέεται με ένα διπλό μεταγωγέα (μεταγωγέα tandem), ο οποίος χρησιμοποιείται από το δίκτυο ως κόμβος. Όλοι οι μεταγωγείς του δικτύου συνδέονται με ένα διπλό μεταγωγέα, αντί να συνδέονται με άλλους μεταγωγείς του ίδιου δικτύου. Ο μεταγωγέας αυτός παρέχει συνδέσεις με το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο και εξαλείφει την ανάγκη ύπαρξης πολλών κυκλωμάτων.

Ένα άλλο σημαντικό σημείο του υπάρχοντος τηλεφωνικού δικτύου είναι το δίκτυο σηματοδοσίας (SS7). Το δίκτυο αυτό επιτρέπει τους τηλεφωνικούς μεταγωγείς και τις βάσεις δεδομένων να επικοινωνούν μεταξύ τους, διαχειρίζεται τις συνδέσεις που εγκαθιδρύονται για κάθε τηλεφωνική κλήση και καθορίζει τον τρόπο, με τον οποίο πρέπει να αντιμετωπιστεί η κάθε κλήση. Η διαδικασία αυτή είναι ζωτική, όχι μόνο στα τηλεφωνικά δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος, αλλά και στα δίκτυα μεταγωγής πακέτου, που στηρίζονται στα πρωτόκολλα IP. Χωρίς τα δίκτυα SS7, δε μπορεί να γίνει αποδοτική διαχείριση των τηλεφωνικών κλήσεων και πολλές από τις υπηρεσίες που σήμερα εσείς και εγώ απολαμβάνουμε δε θα υπήρχαν.

Τα Σημεία Μεταφοράς Σήματος (Signal Transfer Points, STP) ενεργούν στο δίκτυο σηματοδοσίας ως δρομολογητές και δρομολογούν τα μηνύματα σηματοδοσίας από το ένα στοιχείο του δικτύου στο επόμενο. Επίσης παρέχουν ασφάλεια στα πλαίσια του δικτύου σηματοδοσίας, εμποδίζοντας την είσοδο μηνυμάτων από άλλα δίκτυα (εκτός και εάν υπάρχει σχετική συμφωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων εταιριών - φορέων). Η ασφάλεια του δικτύου SS7 είναι μεγαλύτερη από την ασφάλεια που παρέχουν τα δίκτυα IP, αλλά έχει διαφορετική φύση. Στα δίκτυα IP η ασφάλεια εστιάζεται στον ιδιωτικό χαρακτήρα των δεδομένων, ενώ στα δίκτυα SS7 εμποδίζεται η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στο δίκτυο κάποιου φορέα. Η κατάσταση αυτή ομοιάζει με την «αντιπυρική ζώνη» η οποία παρέχεται στα εταιρικά δίκτυα IP.

Υπάρχουν αναρίθμητες βάσεις δεδομένων στα πλαίσια του δικτύου σηματοδοσίας SS7. Οι βάσεις αυτές παρέχουν διάφορες πληροφορίες, που απαιτούνται για την αποδοτική διαχείριση κλήσεων. Για παράδειγμα, η παροχή του ονοματεπώνυμου του ατόμου που καλεί απαιτεί συνήθως την προσπέλαση μίας βάσης δεδομένων, η οποία ανακαλεί το όνομα με βάση τα ψηφία που έχουν επιλεγεί. Η δρομολόγηση κλήσεων στο κέντρο διαχείρισης μίας εταιρείας χρησιμοποιεί μερικές φορές έξυπνες βάσεις δεδομένων εάν οι κλήσεις πρέπει να διαχειρίζονται με διαφορετικό τρόπο κατά τις ώρες αιχμής.

Αυτές οι βάσεις δεδομένων μπορούν να αποτελέσουν συστατικό τμήμα των δικτύων VoIP και να παρέχουν τις ίδιες πληροφορίες που παρέχουν και σήμερα. Οι φορείς προτυποποίησης που ευθύνονται για την εξέλιξη των πρωτοκόλλων της σηματοδοσίας SS7 καθορίζουν ήδη τη μετατροπή αυτών σε πρωτόκολλα που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από δίκτυα IP.

Τα νέα στοιχεία των δικτύων VoIP εντοπίζονται στο κάτω ήμισυ του σχήμα 3. Η Θύρα Πρόσβασης στο Μέσο (Medium Gateway, MG) παρέχει τη διασύνδεση με το δημόσιο δίκτυο PSTN. Σε αυτό το σημείο επίσης μετατρέπεται η φωνή ώστε να μπορεί να διαβιβαστεί στο ψηφιακό δίκτυο. Τα αναλογικά σήματα φωνής πρέπει να μετατραπούν σε ψηφιακά με τη βοήθεια κατάλληλων κωδίκων, προτού μεταδοθούν στο δίκτυο IP, και στη συνέχεια να μετατραπούν εκ νέου σε αναλογικά όταν φθάσουν στις συσκευές του προορισμού.

Πέρα από τον έλεγχο και την τροποποίηση της μετάδοσης ανάμεσα στα περιβάλλοντα μεταγωγής κυκλώματος και μεταγωγής πακέτου, η θύρα MG ευθύνεται επίσης για τη δρομολόγηση της φωνής μέσα στο δίκτυο IP. Αυτό γίνεται με βάση τις οδηγίες του Ελεγκτή της Θύρας Πρόσβασης στο Μέσο (Medium Gateway Controller, MGC). Ο ελεγκτής MGC διασυνδέεται με το δίκτυο σηματοδοσίας, από το οποίο λαμβάνει πληροφορίες για την κλήση. Οι πληροφορίες αυτές περιλαμβάνουν τον αριθμό του συνδρομητή που καλεί, λεπτομέρειες που αφορούν το είδος της κλήσης (για παράδειγμα η κλήση μπορεί να είναι κλήση ISDN και να έχει γίνει από τηλέφωνο ISDN) και σκιαγραφεί το είδος της μετάδοσης φωνής που λαμβάνει χώρα.

Η λειτουργία των ελεγκτών MGC μπορεί να είναι ενσωματωμένη στη συσκευή της θύρας MG. Ο ελεγκτής MGC συνδέεται με το δίκτυο σηματοδοσίας και παρέχει οδηγίες για τον τρόπο, με τον οποίο η θύρα MG θα πρέπει να διαχειριστεί την κλήση, στηριζόμενος σε μηνύματα που λαμβάνει από το δίκτυο σηματοδοσίας. Στην πράξη οι λειτουργίες των MG και MGC επιτελούνται από μία, ενιαία συσκευή. Η λειτουργία σηματοδοσίας της θύρας μπορεί να παρέχεται από την εν λόγω συσκευή, ή μπορεί να επιτελείται από τα σημεία STP του δικτύου SS7 (όπως συμβαίνει στις συσκευές ενός κατασκευαστή, της εταιρείας Tekelec).

Η θύρα σηματοδοσίας (signaling gateway) μετατρέπει το πρωτόκολλο SS7 σε πρωτόκολλα IP. Ειδικότερα, τα κατώτερα επίπεδα του SS7 (το τμήμα MTP) αντικαθίσταται από το αντίστοιχο τμήμα IP. Τα ανώτερα επίπεδα του SS7 (που είναι οι

εφαρμογές ISUP, SCCP και TCAP) ενθυλακώνονται στις επικεφαλίδες του πρωτοκόλλου TCP/IP και μεταδίδονται μέσω μίας προσαρμογής IP στη θύρα σηματοδοσίας. Η προσαρμογή αυτή μπορεί να είναι μία συμβατική προσαρμογή SS7 που χρησιμοποιεί εξοπλισμό διαχείρισης καναλιών (όπως το DS0) αλλά αυτή η επιλογή δεν έχει νόημα, τη στιγμή που οι εταιρείες προσπαθούν να απαλλαγούν από τον εξοπλισμό διαχείρισης καναλιών που διαθέτουν.

Η μετάδοση φωνής μπορεί τότε να δρομολογηθεί σε ένα ιδιωτικό δίκτυο IP, μέσω της θύρας MG. Οι αποφάσεις που αφορούν στη δρομολόγηση στηρίζονται στα ψηφία που έχουν επιλεγεί. Εντούτοις, εάν το τηλέφωνο προορισμού είναι μία συσκευή τεχνολογίας IP (για παράδειγμα ένας σταθμός εργασίας που διαθέτει τον εξοπλισμό VoIP), τότε τα επιλεγόμενα ψηφία θα πρέπει να αντιστοιχηθούν σε μία διεύθυνση IP. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω της θύρας MG με τη βοήθεια πινάκων δρομολόγησης, αλλά θα είχε περισσότερο νόημα να ενσωματωθεί η λειτουργία αυτή στη θύρα σηματοδοσίας. Η θύρα αυτή ευρίσκεται στην καλύτερη θέση για την εκτέλεση της λειτουργίας αυτής, καθώς λαμβάνει και δρομολογεί όλα τα μηνύματα ελέγχου κλήσεων που απευθύνονται στη θύρα MG. Ο έλεγχος κλήσεως στηρίζεται στο Πρωτόκολλο τμήματος Χρήστη ISDN με SS7 (SS7 ISDN User Part protocol, ISUP).

Καθώς αυτά τα δίκτυα συνεχώς εξελίσσονται, μπορεί να προκύψει η ανάγκη δρομολόγησης κλήσεων σε μη τηλεφωνικές συσκευές, όπως είναι για παράδειγμα ένας υπολογιστής που χρησιμοποιείται ως τερματικό φωνής (voice terminal). Στην περίπτωση αυτή δε θα υπάρχει ένας τηλεφωνικός αριθμός που να αναφέρεται στον υπολογιστή, αλλά μόνο μία διεύθυνση IP. Εντούτοις, η κλήση ενός τέτοιου τερματικού έξω από το περιβάλλον του δικτύου IP στο οποίο αυτό ανήκει, απαιτεί την επιλογή κάποιου τηλεφωνικού αριθμού. Στην περίπτωση αυτή το σύστημα σηματοδοσίας ευθύνεται για τη μετάφραση του επιλεγμένου αριθμού σε μία διεύθυνση IP προτού δρομολογηθεί η κλήση στο δίκτυο IP. Και αυτή η λειτουργία είναι ευθύνη της θύρας σηματοδοσίας.

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές συσκευές που θα ακούσετε στο μέλλον να εμπλέκονται στο σύστημα VoIP, καθώς αυτό εξελίσσεται. Όλες αυτές οι συσκευές θα πρέπει να επιτελούν τις βασικές λειτουργίες που έχουν αναφερθεί στην παρούσα παράγραφο. Είναι σημαντικό να έχουμε κατά νου ότι αυτές οι συσκευές είναι μη-πιθανό να είναι συνδεδεμένες με το δημόσιο δίκτυο Internet, καθώς η βιομηχανία

διαπιστώνει ότι το δίκτυο αυτό δεν έχει σχεδιαστεί για εφαρμογές πραγματικού χρόνου και δεν αναμένεται να υποστηρίξει με αξιοπιστία αυτό που αναφέρεται ως υπηρεσίες «επιπέδου φορέα» (carrier-grade services).

4.2. Υπηρεσίες Επιπέδου Φορέα

Για να λειτουργεί επιτυχώς η τηλεφωνία μέσω δικτύων IP, θα πρέπει ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την παροχή της υπηρεσίας να έχει την ίδια αξιοπιστία με τον εξοπλισμό του υπάρχοντος τηλεφωνικού δικτύου. Πολλοί δεν το γνωρίζουν, αλλά ο εξοπλισμός πρέπει να περνά επιτυχώς διάφορες σκληρές δοκιμασίες (τεστ) προτού τοποθετηθεί στα τηλεφωνικά δίκτυα. Αυτό γίνεται για να διασφαλιστεί ότι χρησιμοποιούνται συσκευές (hardware) και λογισμικό της υψηλότερης ποιότητας και ότι υπάρχει η ελάχιστη δυνατή πιθανότητα αδυναμίας του εξοπλισμού να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του δικτύου.

Ο εξοπλισμός που έχουμε μόλις περιγράψει αποκαλείται εξοπλισμός επιπέδου φορέα (carrier-grade equipment). Οι κατασκευαστές εξοπλισμού για δίκτυα IP δεν έχουν ακόμη την υποχρέωση να κατασκευάζουν εξοπλισμό τέτοιου επιπέδου για τα δίκτυα δεδομένων, αλλά καθώς ξεκινούν την παραγωγή τηλεφωνικού εξοπλισμού μαθαίνουν γρήγορα το κόστος που έχει η ανάμιξη στο πεδίο της τηλεφωνικής μετάδοσης φωνής. Αυτός ο παράγοντας από μόνος του αυξάνει το κόστος του εξοπλισμού δικτύων IP σημαντικά, και εξαλείφει τον κύριο πόλο έλξης των συστημάτων IP, που μέχρι τώρα είναι το χαμηλό κόστος.

Γιατί είναι τόσο σημαντική εξαντλητική δοκιμή του εξοπλισμού; Ας θεωρήσουμε την ακόλουθη υποθετική περίπτωση. Έστω ότι είστε ιδιοκτήτης μίας αλυσίδας ενοικίασης αυτοκινήτων και έχετε κέντρα ενοικίασης σε πολλές μεγάλες πόλεις. Εάν το τηλεφωνικό δίκτυο σε μία από αυτές τις πόλεις καταρρεύσει, τότε η τηλεφωνική υπηρεσία της εταιρείας σας αποκόπτεται αυτόματα. Αυτό σημαίνει ότι δε θα μπορεί κανείς να καλέσει την εταιρεία σας για να ενοικιάσει αυτοκίνητο.

Ταυτόχρονα η σύνδεση δεδομένων σας αποκόπτεται και αυτή. αυτό σημαίνει ότι δε μπορείτε να επικοινωνήσετε στα πλαίσια του δικτύου για να ελέγξετε πόσα αυτοκίνητα είναι διαθέσιμα στις άλλες πόλεις. Έτσι η επιχείρησή σας έχει απομονωθεί. Τι θα πρέπει να κάνετε ως επιχειρηματίας; Πιθανόν να τρέξετε στο τηλέφωνο, για να

ενημερώσετε την τοπική τηλεφωνική εταιρεία, αλλά βέβαια τα τηλέφωνα δε δουλεύουν. Ποια θα ήταν η πρώτη σας προτεραιότητα; Η δική μου θα ήταν να ελπίζω ότι θα επανέλθουν το συντομότερο οι τηλεφωνικές γραμμές, ώστε να μπορώ να δεχθώ κλήσεις από τους πελάτες μου.

Χρησιμοποιούμε την παραπάνω περίπτωση για να επιδείξουμε ένα γεγονός, ότι διαρκώς χάνουμε χρόνο υπηρεσιών και συχνά για περισσότερο από μία ημέρα. Παρότι μπορεί να δυσφορούμε όταν δε μπορούμε να λάβουμε ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, στηριζόμαστε για τις επικοινωνίες μας στο τηλέφωνο. Εάν όμως απολέσουμε και τις τηλεφωνικές υπηρεσίες, τότε αποκοπτόμαστε από την επιχειρηματική κοινότητα. Οι επιχειρήσεις απλά δε μπορούν να ανεχθούν διακοπές στα τηλεφωνικά δίκτυα.

Πρόσφατες δημοσκοπήσεις που διενεργήθηκαν από διάφορες εταιρείες έδειξαν ότι, παρότι οι επιχειρήσεις προτίθενται να τοποθετήσουν κάποιες από τις τηλεφωνικές τους υπηρεσίες σε δίκτυα IP, δεν προτίθενται να τοποθετήσουν όλες τις τηλεφωνικές υπηρεσίες τους σε δίκτυα IP και συνεχίζουν αν επιθυμούν τη διατήρηση ενός μέρους του παλαιού, αξιόπιστου τηλεφωνικού δικτύου ως βασικού δικτύου.

Ακόμη και τα πρωτόκολλα καθαυτά απαιτούν την ύπαρξη διαδικασιών ώστε να ελέγχουν την αξιοπιστία του δικτύου. Το πρωτόκολλο TCP/IP, που είχε αρχικά αναπτυχθεί για το δίκτυο του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ, δεν παρέχει τις διαδικασίες που χρειάζονται για να διασφαλιστεί η αξιόπιστη και ασφαλής μεταφορά δεδομένων σε συνθήκες πραγματικού χρόνου. Η κατάσταση αυτή αλλάζει ταχέως, καθώς η ομάδα IETF αναπτύσσει νέα πρωτόκολλα στα πλαίσια του TCP/IP για να υποστηρίξει αυτές τις εφαρμογές.

Αυτό το επίπεδο αξιοπιστίας συνεπάγεται ένα κόστος, και αυτό το κόστος θα επιβαρύνει το κόστος του εξοπλισμού των δικτύων IP που θα χρησιμοποιείται στις εφαρμογές VoIP. Παρόλα αυτά, οι εγκαταστάσεις των δικτύων IP παραμένουν σημαντικά φθηνότερες από τις παρούσες εγκαταστάσεις που παρέχουν υπηρεσίες διαχείρισης καναλιών.

Δεν είναι ανάγκη όλα τα εξαρτήματα του δικτύου να είναι επιπέδου φορέα. Οπωσδήποτε πρέπει να είναι τα εξαρτήματα που ευθύνονται για την καθαυτή διαχείριση και μετάδοση των τηλεφωνικών συνδιαλέξεων, αλλά υπάρχουν πολλά άλλα εξαρτήματα που παίζουν δευτερεύοντα ρόλο και δε χρειάζεται να είναι επιπέδου φορέα.

4.3. Πρότυπα VoIP

Ένας αριθμός οργανισμών έχει σήμερα επιφορτιστεί με την τροποποίηση ή ανάπτυξη προτύπων για τους διάφορους τομείς των δικτύων VoIP. Μερικά από αυτά τα πρότυπα υπάρχουν εδώ και πολλά χρόνια και απλά απαιτούνται κάποιες τροποποιήσεις. Το TCP/IP, για παράδειγμα, υπάρχει από τη δεκαετία του 1960. Εντούτοις, υπάρχουν επιπρόσθετα πρωτόκολλα που έχουν αναπτυχθεί ειδικά για το δίκτυο VoIP από την ομάδα IETF με βάση τα στοιχεία των εταιρειών κατασκευής και τους υπάρχοντες φορείς.

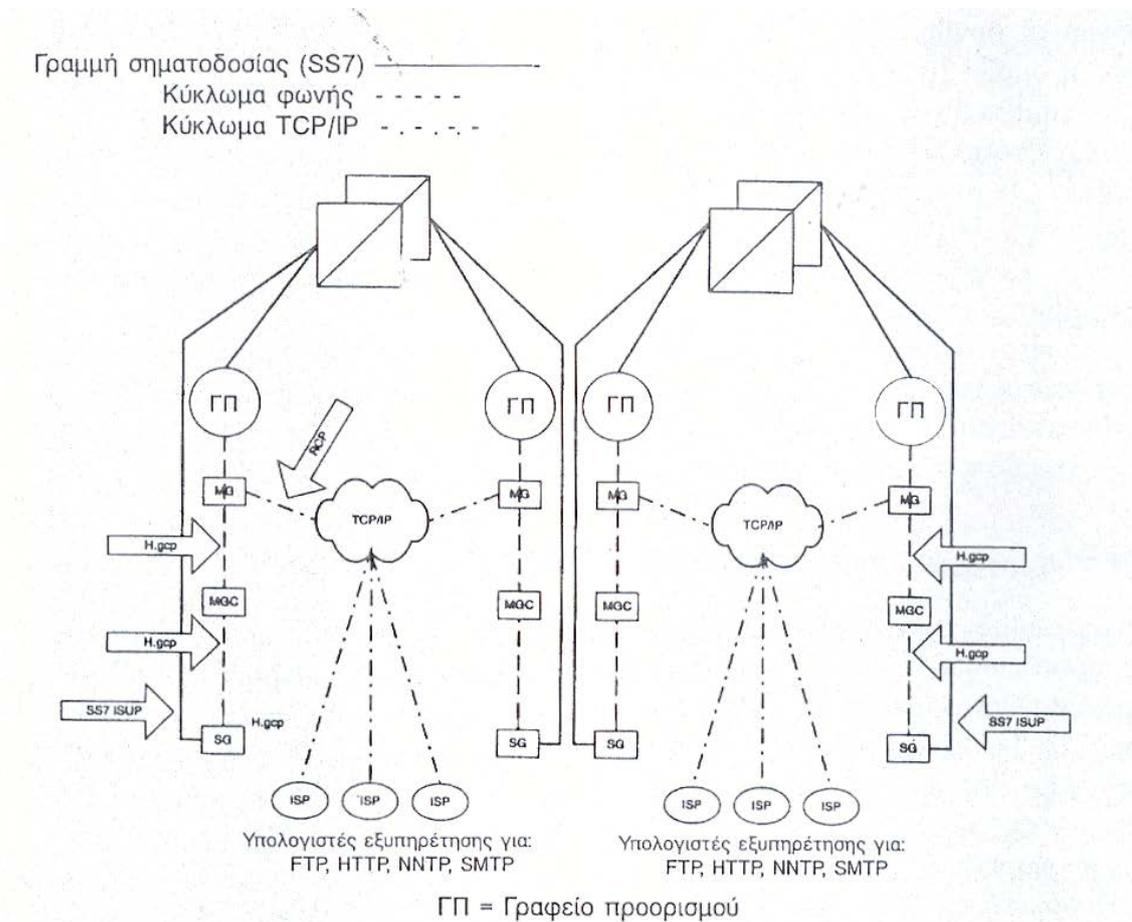
Πέρα από την IETF, η ένωση ITU, η εταιρεία Bellcore και διάφοροι βιομηχανικοί κατασκευαστές δημιουργούν νέα πρότυπα για να διασφαλίσουν ότι τα τμήματα του εξοπλισμού που αναπτύσσεται για τα δίκτυα VoIP θα συνεργάζονται αρμονικά. Μία καινούργια εταιρεία CLEC, που ονομάζεται Level Three Communications, σχημάτισε μία ομάδα δράσης που αποτελείται από κατασκευάστριες εταιρείες με σκοπό τη δημιουργία ενός προτύπου για τη σηματοδασία, τον έλεγχο κλήσεων και τη διαχείριση συσκευών στα δίκτυα VoIP. Η ομάδα αυτή επίσης συνεισφέρει στις ITU και IETF.

Αυτά τα νέα πρωτόκολλα θα αντιμετωπίζουν ένα σημαντικό αριθμό ζητημάτων. Όλοι συμφωνούν ότι η προτυποποίηση στα δίκτυα είναι αναγκαία, ώστε να μπορεί ο εξοπλισμός διαφορετικών κατασκευαστών να διασυνδέεται και να συνεργάζεται αρμονικά. Υπάρχουν παρόλα αυτά πολλά πράγματα για να γίνουν σε αυτόν τον τομέα και η ολοκλήρωση των πρωτοκόλλων θα χρειαστεί ακόμη χρόνο.

Το πρότυπο H.323 της ένωσης ITU αναμένεται ότι αναμφισβήτητα θα ηγηθεί της αγοράς. Το πρότυπο αυτό αποτελεί στην ουσία μία συνένωση προτύπων που περιλαμβάνουν σχεδόν κάθε τομέα της τηλεπικοινωνίας πολυμέσων, από τα πρότυπα για την ψηφιοποίηση ήχου έως τη μετάδοση πακέτων μεταξύ επιμέρους συσκευών. Στο σχήμα 3 εικονίζεται ο τρόπος με τον οποίο θα χρησιμοποιηθεί το πρότυπο H.323 για την παροχή τηλεπικοινωνιών πολυμέσων μέσω ενός δικτύου.

Σχήμα 3. Δίκτυο VoIP H.323

4.3.1 ΠΡΟΤΥΠΟ H.323



Υλοποιήθηκε από την ITU αρχικά για να περιγράψει τον τρόπο που συστήματα πολυμέσων (multimedia systems) ήταν δυνατόν να διασυνδεθούν και να επικοινωνήσουν προς ανταλλαγή multimedia κίνησης αποτελούμενης από φωνή πραγματικού χρόνου (real time voice) video και data, μέσω των τοπικών δικτύων υπολογιστών (Local Area Networks Lans), χρησιμοποιώντας τερματικές συσκευές χρήστη, όπως προσωπικούς υπολογιστές(PCς) και βίντεο τηλέφωνα (videophones). Η

εισαγωγή του H.323 ήρθε σαν αποτέλεσμα της ανάγκης για τη δημιουργία ενός πρωτοκόλλου που θα μπορούσε να υποστηρίξει ικανοποιητικά εφαρμογές πολυμέσων και υπηρεσίας φωνής, με δυνατότητα για εξουδετέρωση της ανεπιθύμητης καθυστέρησης που αποτελεί χαρακτηριστικό φαινόμενο στα κλασικά δίκτυα LAN χωρίς ωστόσο υποχρέωση μεταβολής της υπάρχουσας υποδομής σε συσκευές και ενεργά στοιχεία δικτύου. Στοιχείο σημαντικό αποτέλεσε επίσης η ολοένα αυξανόμενη ικανότητα bandwidth των σύγχρονων δικτύων με τη μετάβαση πλέον σε ταχύτητες 10Mbps switched ανά χρήστη, ή ακόμα και 100Mbps με την εισαγωγή και την ευρεία χρήση της FAST ETHERNET τεχνολογίας. Οι ίδιες επίσης οι πλατφόρμες που χρησιμοποιεί ο χρήστης για τις εφαρμογές του έχουν αποκτήσει αξιοσημείωτη ταχύτητα και τόσο αποθήκευσης, όσο και προβολής και επεξεργασίας στοιχείων. Το πρωτόκολλο έλαβε υπόψη του τα παραπάνω για να διαμορφώσει μια συμπεριφορά που περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Καθορισμό τεχνικών συμπίεσης δεδομένων ακόμα και αν ο αποστολέας και ο παραλήπτης ανήκουν σε διαφορετικούς κατασκευαστές.
- Ανεξαρτησία από την ήδη εγκατεστημένη δικτυακή υποδομή αφού δρα στην κορυφή των πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται από την υπάρχουσα αρχιτεκτονική.
 - Ανεξαρτησία από το είδος συσκευών χρήστη(PC, Workstations κτλ).
 - Δυνατότητα υποστήριξης multicasting για ταυτόχρονη αποστολή πακέτων στους χρήστες ενός κοινού group.
 - Διαχείριση bandwidth για έλεγχο των παράλληλων ενεργών H.323 συνδέσεων.

Η είσοδος του H.323 αποτέλεσε λοιπόν μια ολοκληρωμένη πρόταση για τη δημιουργία ενός δικτυακού περιβάλλοντος που ενσωματώνει πολλαπλές παλαιές και νέες τεχνολογίες από διαφορετικούς κατασκευαστές σε ένα ενιαίο πλαίσιο διαχείρισης πληροφορίας voice και video.

Το πρωτόκολλο αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά κομμάτια:

1. Terminal

Πρόκειται για τα τελικά σημεία χρηστών, που υποστηρίζουν αμφίδρομη επικοινωνία υποχρεωτικά επικοινωνιών φωνής και προαιρετικά video και data. Το H.323 καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο διαφορετικοί τερματικοί σταθμοί είναι δυνατόν να επικοινωνήσουν. Τα τερματικά θα πρέπει συμπληρωματικά να υποστηρίζουν το H.245 που κατευθύνει τη χρήση των καναλιών επικοινωνίας μεταξύ τερματικών σταθμών, το Q.931 για call και set up signaling, το Registration/ Admission/ Status (RAS) για επικοινωνία με τον Gatekeeper καθώς επίσης και το Real Time Protocol (RTP) / Real Time Control Protocol (RTCP) για την εν σειρά αποστολή και λήψη των voice πακέτων. Ειδικά για την περίπτωση της επικοινωνίας με φωνή το πρότυπο G.711 για συμπίεση και απόδοση πακέτων με ρυθμούς 54 ή 64 Kbps σε ένα τοπικό δίκτυο δεδομένων.

2. Gateway

Είναι το μοναδικό προαιρετικό στοιχείο του H.323 και παρέχει τόσο το φυσικό όσο και το λογικό interface μεταξύ των τηλεφωνικών συσκευών και του επικοινωνιακού δικτύου.

Χρησιμοποιείται συνήθως για τους παρακάτω λόγους:

- Την επικοινωνία μεταξύ αναλογικών PSTN τερματικών
- Την επικοινωνία με απομακρυσμένους H.320 σταθμούς ISDN δικτύων
- Την επικοινωνία με απομακρυσμένους H.323 σταθμούς PSTN δικτύων

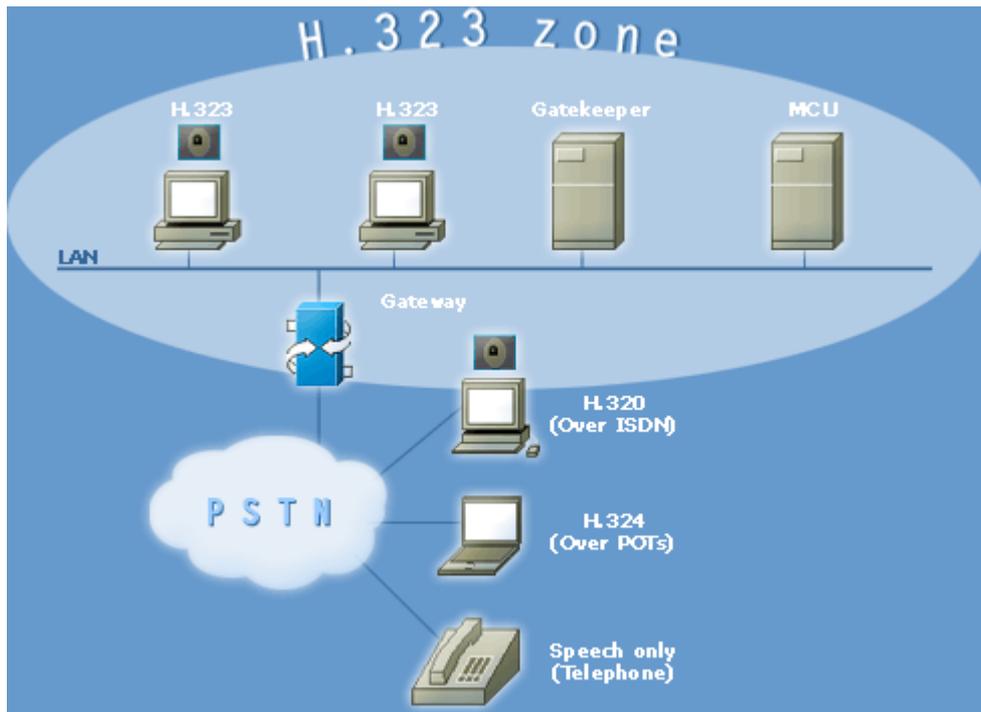
Παρέχει standards interfaces προς την PSTN υπηρεσία και χρησιμοποιεί CODECS για τη μετατροπή τηλεφωνικών κυκλωμάτων σε πακέτα δεδομένων τα οποία σε συνεργασία με τον gatekeeper μέσω του RAS δρομολογεί στο IP based δίκτυο.

Όπως προαναφέρθηκε η ύπαρξη του Gateway δεν είναι υποχρεωτική στην περίπτωση που οι τερματικοί σταθμοί θέλουν να επικοινωνούν μεταξύ τους εντός του τοπικού και μόνο δικτύου και δεν ενδιαφέρονται για πρόσβαση εκτός αυτού.

3. Multipoint Conference Unit(MCU)

Καθορίζει και ελέγχει την ταυτόχρονη διασύνδεση(συνεδρία) περισσοτέρων των δυο τερματικών σταθμών. Αποτελείται από δύο διακριτά τμήματα, τον Multipoint

Controller(MC) η ύπαρξη του οποίου είναι αναγκαστική και κανένα ή περισσότερους του ενός Multipoint Processors(MP). Ο MC ελέγχει την H.245 συνεννόηση μεταξύ των τερματικών προκειμένου να καθοριστούν οι κοινές τους δυνατότητες για επικοινωνία, ενώ συμπληρωματικά ανακαλύπτει τους αποστολείς multicast πακέτων. Ο MP από την άλλη πλευρά είναι αυτός που ασχολείται με το πραγματικό streaming της φωνής ή του video υλοποιώντας τεχνικές για mixing και switching.



4. Gatekeeper

Πρόκειται για ένα από τα πλέον σημαντικά τμήματα software του H.323 πρωτοκόλλου, που υλοποιεί τρεις βασικές εργασίες:

- Την αντιστοίχιση των IP alias διευθύνσεων των τερματικών σταθμών σε πραγματικές IP διευθύνσεις, έτσι όπως το RAS καθορίζει.
- Τη διαχείριση της διάθεσης του bandwidth
- Την παροχή της κεντρικοποιημένης διαχείρισης των δρομολογήσεων και του σχήματος διευθυνσιοδότησης

Το σύνολο των τερματικών συσκευών, των gateways και των MCUs, διαχειριζόμενα από μια gatekeeper, αποτελούν μια H.323 ζώνη (H.323 zone) όπως φαίνεται στο σχήμα.

Πολλαπλές διασκέψεις/ συνεδρίες

Ένα από τα πολύ ισχυρά χαρακτηριστικά του H.323 είναι η δυνατότητα που προσφέρει για την ύπαρξη πολλών ταυτόχρονων διασυνδέσεων.

Δύναται να υλοποιήσει τρία διαφορετικής αρχιτεκτονικής μοντέλα:

I) Συγκεντρωτικό Μοντέλο(Centralized model): Απαιτεί την ύπαρξη μιας MCU στην οποία όλοι οι τερματικοί σταθμοί που επιθυμούν να συνδεθούν μεταξύ τους, εγκαθιστούν μια point to point επικοινωνία.Ο MC ελέγχει τις διασυνδέσεις χρησιμοποιώντας το H.245 ενώ παράλληλα καθορίζει τις αρμοδιότητες κάθε τερματικού, ενώ ο MP φροντίζει για τη σωστή διαχείριση του stream των πακέτων που ανταλλάσσονται παρέχοντας τις αναγκαίες υπηρεσίες mixing και switching, μπορεί να αναγνωρίζει την ύπαρξη διαφορετικών coders και να προσφέρει υπηρεσίες μετάβασης από τον έναν στον άλλον αλλά και να προωθεί multicast πληροφορία στους τελικούς πολλαπλούς της προορισμούς.

II) Αποκεντρωτικό Μοντέλο(De-centralized model): Λειτουργεί κάνοντας χρήση της τεχνολογίας multicast όπου τα συμμετέχοντα σε διάφορες διασκέψεις τερματικά επικοινωνούν μεταξύ τους με αποστολή multicast πακέτων χωρίς να υποχρεώνονται στην προηγούμενη αποστολή αυτών στην MCU. Ο ρόλος πλέον της MCU περιορίζεται στην point-to- point πληροφορία ελέγχου(με τη μορφή των H.245 καναλιών) που αποστέλλεται στον MC για τη ενημέρωση σχετικά με τον αριθμό των ενεργών packet streams μεταξύ των τερματικών.

III) Υβριδικό μοντέλο(Hybrid model): Χρησιμοποιεί συνδυασμό χαρακτηριστικών τόσο του συγκεντρωτικού όσο και του αποκεντρωτικού μοντέλου παρέχοντας τη δυνατότητα μικτής λύσης, με ορισμένα από τα τερματικά να δρουν σαν μέλη του συγκεντρωτικού μοντέλου(με αποστολή πληροφορίας control + data) στην MCU, και

άλλα να χρησιμοποιούν multicast και μόνο τεχνικές για την επικοινωνία τους χρησιμοποιώντας την MCU για control και μόνο πληροφορίες.

Πως γίνεται η επικοινωνία

Το πρότυπο ορίζει ότι τα απαραίτητα στοιχεία για την ύπαρξη επικοινωνίας με χρήση του H.323 είναι η δυνατότητα παραγωγής και ελέγχου φωνής, το Q.931 call setup, η ύπαρξη RAS και η H.245 σηματοδότηση.

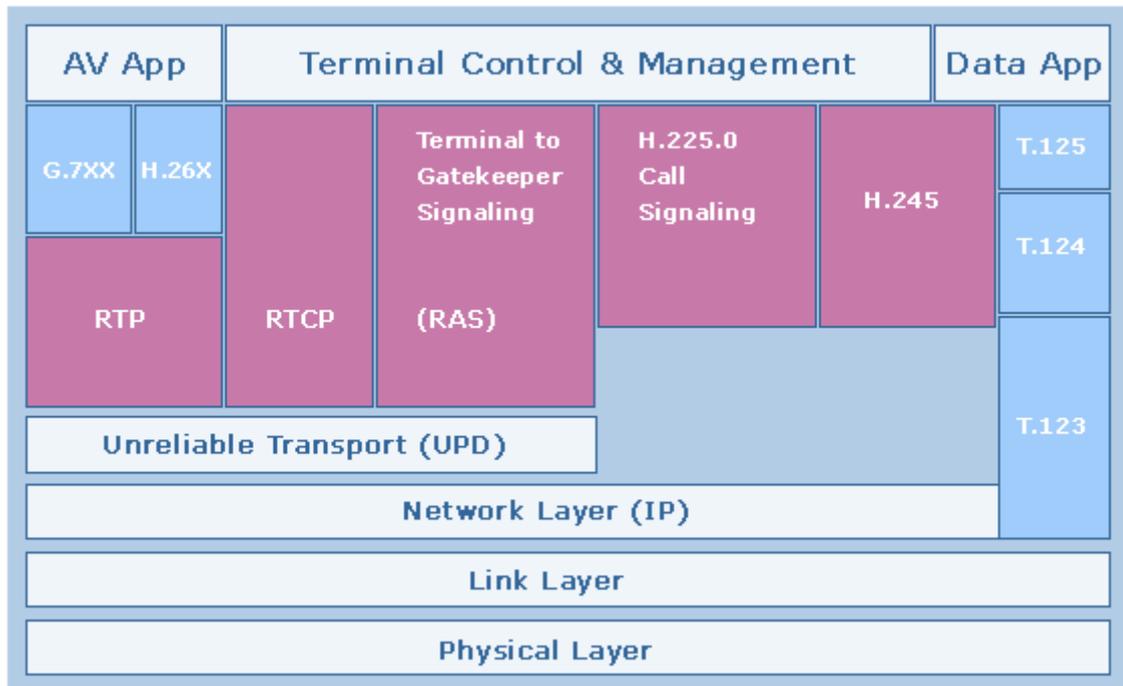
Έλεγχος (Control)

Είναι ίσως το πλέον ουσιαστικό από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα κάθε πρωτοκόλλου, γιατί περιλαμβάνει μια σειρά από διαδικασίες σηματοδότησης που αφορούν εγκαθίδρυση και τερματισμό της επικοινωνίας και διερεύνηση των δυνατοτήτων που κάθε ένα των συμμετεχόντων μελών διαθέτει. Το ουσιαστικό όμως είναι ότι όλες οι υπηρεσίες ελέγχου αποτελούν ένα ανεξάρτητο στρώμα (control layer) υπό την καθοδήγηση του οποίου πραγματοποιούνται μια σειρά από αποφασιστικής σημασίας διεργασίες όπως είναι αυτές των framing, serial numbering, error correction και error recovery. Οι παραπάνω υπηρεσίες ελέγχου, εξυπηρετούνται όπως προαναφέρθηκε από τρεις διακριτές διαδικασίες ελέγχου:

- a) H.245 control channel: Είναι το κανάλι επικοινωνίας που συντονίζει όλες τις λειτουργίες ελέγχου μεταξύ των H.323 τερματικών με δυνατότητα εγκατάστασης και τερματισμού ενός λογικού καναλιού επικοινωνίας, μεταφορά των μηνυμάτων ελέγχου ροής πακέτων και πάνω από όλα ικανότητα για υποστήριξη της βασικής λειτουργίας “ανταλλαγής ικανοτήτων” των τερματικών αυτό που συχνά αναφέρεται σαν “capabilities exchange”
- b) Q.931: Χρησιμοποιείται αποκλειστικά στην πρώιμη φάση εγκαθίδρυσης της επικοινωνίας μεταξύ των τερματικών σταθμών.
- c) RAS: Εκτελεί διαδικασίες που αφορούν σε εγγραφή (registration), αποδοχή (admission), περιγραφή κατάστασης (status determination), και καθορισμού μεταβολής ρυθμού αποστολής/ λήψης πακέτων μεταξύ των τερματικών και του gatekeeper.

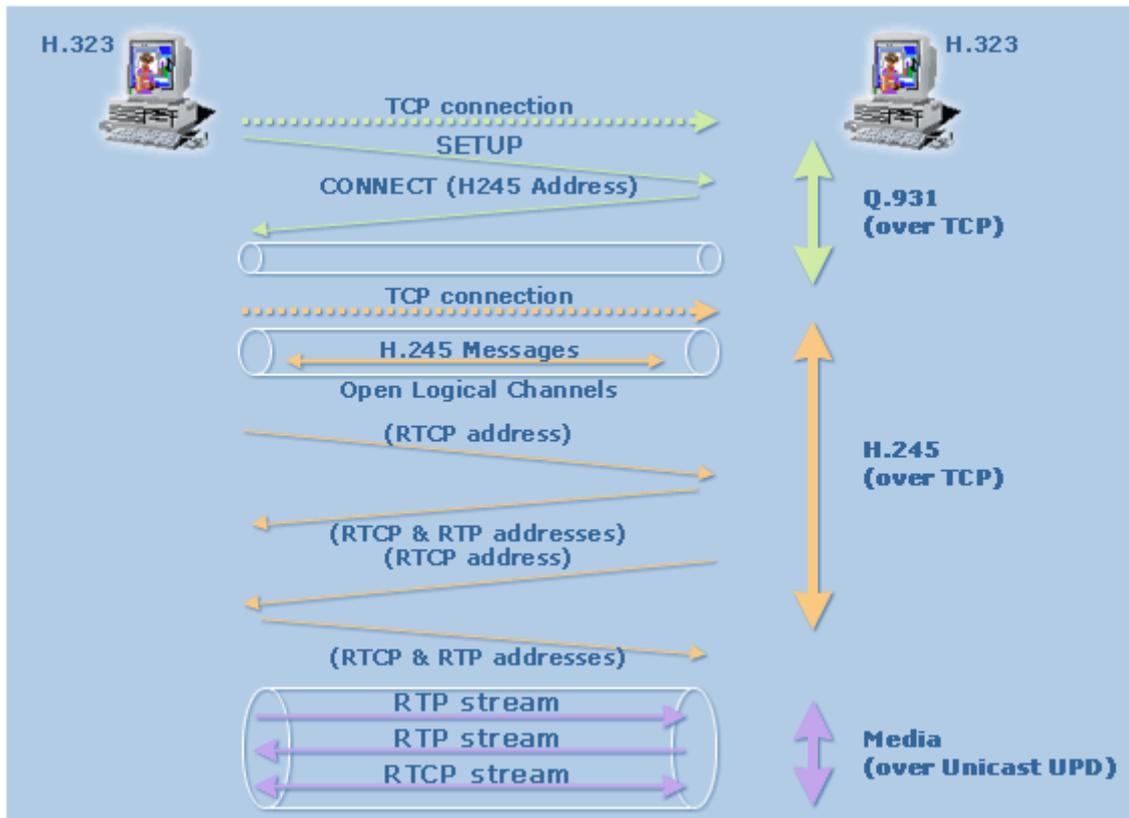
H.323 πάνω από το internet protocol(IP)

Η λειτουργία του H.323 για τη μεταφορά της φωνής πάνω από ένα κλασικό ip δίκτυο θα πρέπει να πληρεί δύο απαραίτητες προϋποθέσεις, την αξιόπιστη(reliable) μεταφορά της σηματοδοσίας που μεταφράζεται σε διανομή των πακέτων ελέγχου στη σωστή τους σειρά, και την ‘όχι απόλυτα αξιόπιστη’(unreliable) που αφορά στη διανομή των υπόλοιπων πακέτων που περιέχουν την πληροφορία φωνής. Η αξιόπιστη μετάδοση της σηματοδοσίας όταν μεταφερθεί στο χώρο του ip πρωτοκόλλου αντιστοιχεί στο Transmission Control Protocol(TCP) και εγγυάται αξιόπιστη, ακολουθιακή, χωρίς λάθη μετάδοση των πακέτων που αναλογεί όμως και σε χρονικές καθυστερήσεις και κατανάλωση bandwidth. Το H.323 χρησιμοποιεί το TCP και το H.245 end-to-end connection protocol. Από την άλλη πλευρά και με χρήση του User Datagram Protocol(UDP) που μπορεί και να μεταφραστεί σαν ‘η καλύτερη δυνατή προσπάθεια για μετάδοση/ λήψη πακέτων’ έχουμε μεν ταχεία μεταγωγή των πακέτων, συχνά όμως συμβαίνουν λάθη μετάδοσης που δεν ανακαλύπτονται και πακέτα που δεν φθάνουν στον προορισμό με τη σειρά της αποστολής τους. Εάν λοιπόν οι ‘ευαίσθητες’ πληροφορίες ελέγχου μεταδίδονται πάνω από το TCP, οι υπόλοιπες χρησιμοποιούν το UDP και πιο συγκεκριμένα το ip multicast και το RTP που δρα στην κορυφή του ip multicast για τη διαχείριση των voice streams.



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

- Ο χρήστης σηκώνει το ακουστικό σηματοδοτώντας ένα off-hook σήμα προς τη συσκευή του τοπικού τηλεφωνικού βρόχου(local loop), όποια και αν είναι αυτή PBX ή router.
- Το session που ανοίγεται, αποδίδει dial tone και περιμένει από το χρήστη να επιλέξει τον επιθυμητό αριθμό.
- Ο χρήστης επιλέγει τον αριθμό τον οποίο λαμβάνει η τηλεφωνική ενεργή συσκευή του local loop.
- Ο αριθμός αντιστοιχίζεται σε ένα ip σταθμό, ο οποίος απευθύνει την κλήση απευθείας ή διαμέσου του pbx στο σταθμό αποστολής.
- Το H.323 χρησιμοποιείται πλέον για να εγκαταστήσει ένα κανάλι αποστολής και ένα λήψης πάνω από το ip.
- Ενεργοποιούνται οι coders και στις δυο πλευρές, και αρχίζει η μεταφορά των πακέτων με χρήση της RTP/TCP/UDP στοίβας.
- Η συνομιλία τελειώνει και οι δύο πλευρές περιμένουν για νέα επαφή.



4.4. Συμπεράσματα

Πρέπει να γίνει ακόμη πολλή δουλειά για να γίνει πραγματικότητα το δίκτυο VoIP, αλλά αυτή σήμερα γίνεται με ταχύτατο ρυθμό. Η βιομηχανία επιθυμεί να κάνει αυτή τη νέα τεχνολογία να δουλέψει και οι φορείς δαπανούν εκατομμύρια δολάρια για να εξασφαλίσουν ότι αυτό θα συμβεί. Αυτό που παλαιότερα θεωρούνταν ως μύθος,

σήμερα καθίσταται πραγματικότητα και μία βασική επένδυση για τη συντριπτική πλειοψηφία των εταιρειών παροχής τηλεφωνικών υπηρεσιών και των εταιρειών παροχής υπηρεσιών Internet.

Για να αντιληφθούμε την κατεύθυνση που έχει πάρει η βιομηχανία, αρκεί να παρακολουθήσουμε τις συγχωνεύσεις, στις οποίες εμπλέκονται οι μεγάλες τηλεπικοινωνιακές εταιρείες. Ο πιο καυτός όρος στο χώρο είναι ο όρος VoIP και τα ίδια τα δίκτυα που έως τώρα μετέφεραν φωνή και δεδομένα συγκλίνουν. Αυτή αποτελεί την αναμφισβήτητα μεγαλύτερη εξέλιξη της βιομηχανίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ VoIP

- Επικοινωνία μέσω μηνυμάτων. Δυνατότητα επικοινωνίας με πελάτες μέσω ηλεκτρονικών μηνυμάτων, φαξ και ευφυών φωνητικών μηνυμάτων (φωνητικό ταχυδρομείο) μέσα σε ένα και μόνο φάκελο αλληλογραφίας (inbox).

- Πρόσβαση στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο μέσω τηλεφώνου (κινητού και σταθερού), με χρήση της τεχνολογίας μετατροπής "κειμένου σε ομιλία" (text to speech).
- Το κέντρο επικοινωνίας IP προσφέρει υπηρεσίες έξυπνης δρομολόγησης κλήσεων, μεταφορά τηλεφωνικών κλήσεων από το δίκτυο στον προσωπικό υπολογιστή και διαχείριση των επαφών με πολυμέσα για την επικοινωνία με τους αντιπροσώπους του κέντρου μέσω δικτύου IP.
- Αυτόματη διανομή κλήσεων και ενσωμάτωση με βάσεις δεδομένων.
- Ομαδική τηλεφωνική συνδιάσκεψη.
- Διατήρηση των εσωτερικών τηλεφωνικών αριθμών χωρίς να είναι απαραίτητη η ύπαρξη τμήματος υποστήριξης για τη διεκπεραίωση των αλλαγών αυτών (δυνατότητα μεταφοράς εσωτερικού αριθμού).
- Υπηρεσίες καταλόγου για την απευθείας επιλογή εσωτερικού τηλεφώνου, χωρίς η διαδικασία να πραγματοποιείται μέσω του τηλεφωνικού κέντρου.
- Τοποθέτηση της υπηρεσίας υποδοχής σε οποιοδήποτε σημείο. Κάποιος εργαζόμενος σε ένα απομακρυσμένο γραφείο μπορεί να αναλάβει τη διεκπεραίωση των υπηρεσιών υποδοχής, εάν παραστεί ανάγκη.

VoIP και instant messaging

Την τεχνολογία VoIP χρησιμοποιούν και πολλές εφαρμογές τύπου άμεσης αποστολής μηνυμάτων (instant messaging) και συνομιλίας. Οι εφαρμογές αυτές παρέχουν τη δυνατότητα αποστολής και λήψης ψηφιακών πακέτων φωνής, παίζοντας ουσιαστικά ρόλο τηλεφώνου μέσω του Διαδικτύου. Ας δούμε εν συντομία ορισμένες

από αυτές τις εφαρμογές:

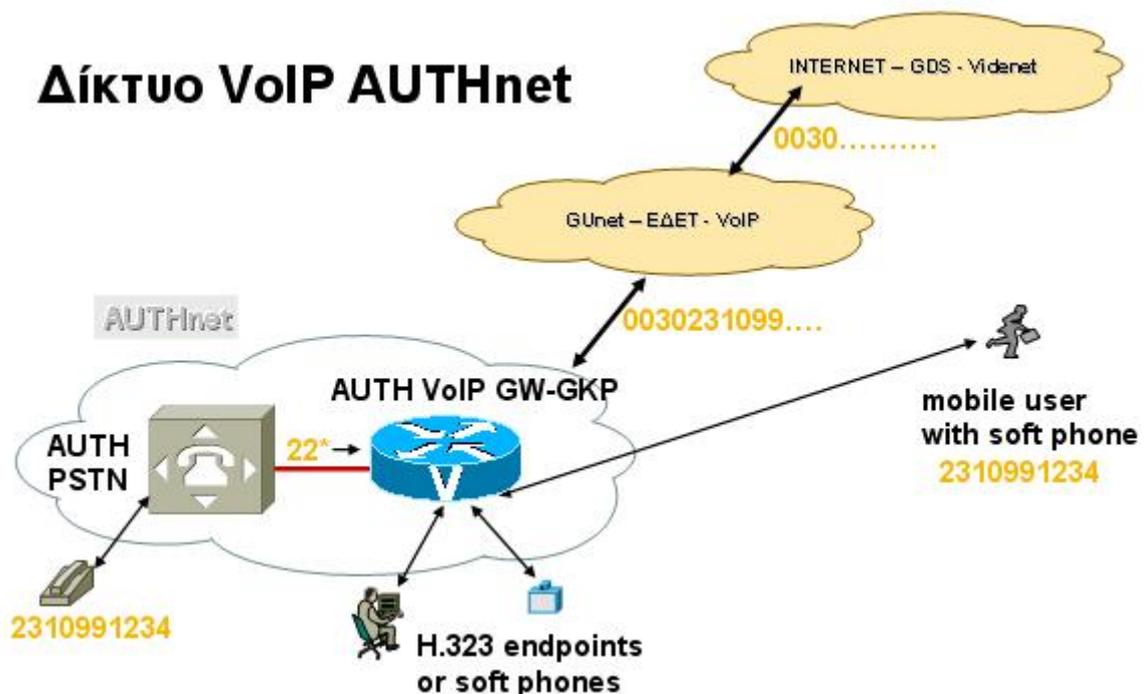
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΤΟ VoIP ΣΕ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΑ ΙΔΡΥΜΑΤΑ

Η υπηρεσία Voice over IP δίνει την δυνατότητα στους χρήστες των Πανεπιστημιακών ιδρυμάτων που διαθέτουν αντίστοιχο εξοπλισμό Voice over IP να

επικοινωνούν μεταξύ τους με εσωτερικές τηλεφωνικές κλήσεις μέσω του δικτύου IP του ΕΔΕΤ, αποφεύγοντας τη χρήση του δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου του ΟΤΕ. Η συγκεκριμένη υπηρεσία δηλαδή δίνει την δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας τελεματικών συσκευών, όπως κλασικά τηλέφωνα (PSTN) και προσωπικούς υπολογιστές με λογισμικό H.323 (π.χ. Netmeeting), πάνω από το δίκτυο IP του ΕΔΕΤ.

Η υλοποίηση Voice over IP του ΑΠΘ πάνω από τον κορμό του ΕΔΕΤ/GUNet φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



6.1. Συνεργαζόμενα ιδρύματα

Πανεπιστημιακά ιδρύματα που μαζί με το ΑΠΘ συμμετέχουν στο Voice over IP δίκτυο του ΕΔΕΤ/GUNet και μπορούν να δεχθούν και να πραγματοποιήσουν κλήσεις μέσω της υπηρεσίας VoIP:

- Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

- Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών
- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Πανεπιστήμιο Κρήτης
- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
- Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Πολυτεχνείο Κρήτης

6.2. Οδηγίες και Κανονισμοί

6.2.1. Χρήση υπηρεσίας VoIP απο συμβατικά τηλέφωνα

Για να γίνει μια Voice over IP κλήση προς κάποιο ίδρυμα θα πρέπει πρώτα να κληθεί το πρόθεμα "22" και στη συνέχεια να πληκτρολογηθεί ο δεκαψήφιος καλούμενος αριθμός (π.χ. 2107724 xxx) όπου xxx το εσωτερικό νούμερο του ιδρύματος σύμφωνα με τον **κατάλογο προθεμάτων**. Ειδικά για τους χρήστες που βρίσκονται σε κτίρια εκτός Πανεπιστημιούπολης (σε "εξωκείμενες μονάδες"), θα πρέπει να κληθεί το νούμερο "94230", αντί του προθέματος "22", για πρόσβαση στην υπηρεσία.

Αφού πληκτρολογηθεί ο καλούμενος αριθμός μπορούμε προαιρετικά να πληκτρολογήσουμε "#" για να επισπεύσουμε τη διαδικασία της κλήσης, διαφορετικά θα υπάρχει αναμονή λίγων δευτερολέπτων μέχρι να γίνει η κλήση.

Παραδείγματα:

1. για το voice-mail του ΕΚΠΑ:
καλέστε με 22 - μικρή αναμονή - 2107274000#
2. για το helpdesk του ΕΜΠ:
καλέστε με 22 - μικρή αναμονή - 2107721861#
3. για το helpdesk του ΕΜΠ, από το Τμήμα Δημοσιογραφίας (Εγνατίας 46):καλέστε με 94230 - μικρή αναμονή - 2107721861#

Με παρόμοιο τρόπο που γίνονται κλήσεις Voice over IP από το ΑΠΘ προς άλλα ιδρύματα, και τα άλλα ιδρύματα μπορούν να κάνουν κλήσεις προς το ΑΠΘ.

6.2.2. Χρήση υπηρεσίας VoIP από υπολογιστή με λογισμικό H.323

Εναλλακτικά, αντί της τηλεφωνικής συσκευής σας, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον προσωπικό σας υπολογιστή με λογισμικό H.323, τύπου soft phone, για κλήσεις VoIP προς σταθερά τηλέφωνα και άλλους υπολογιστές.

Προκειμένου να χρησιμοποιήσετε την υπηρεσία VoIP από τον υπολογιστή σας θα πρέπει να έχετε λογισμικό που να υποστηρίζει το πρωτόκολλο H.323, όπως π.χ. το NetMeeting που είναι εγκατεστημένο στους περισσότερους υπολογιστές Windows. Θα πρέπει να ρυθμίσετε το λογισμικό ώστε να εγγραφείτε στον δρομολογητή κλήσεων (gatekeeper) του ΑΠΘ myphone.auth.gr και στη συνέχεια να καλέσετε ή να κληθείτε.

Τα βήματα είναι τα εξής:

1. επισκεφθείτε την ιστοσελίδα <https://accounts.auth.gr> και καταχωρήσετε την IP διεύθυνση του υπολογιστή από την οποία επιθυμείτε να εγγραφείτε στον gatekeeper. Σε περίπτωση που μετακινηθείτε σε άλλη IP διεύθυνση θα πρέπει να ενημερώσετε την σελίδα αυτή με την νέα σας IP διεύθυνση.

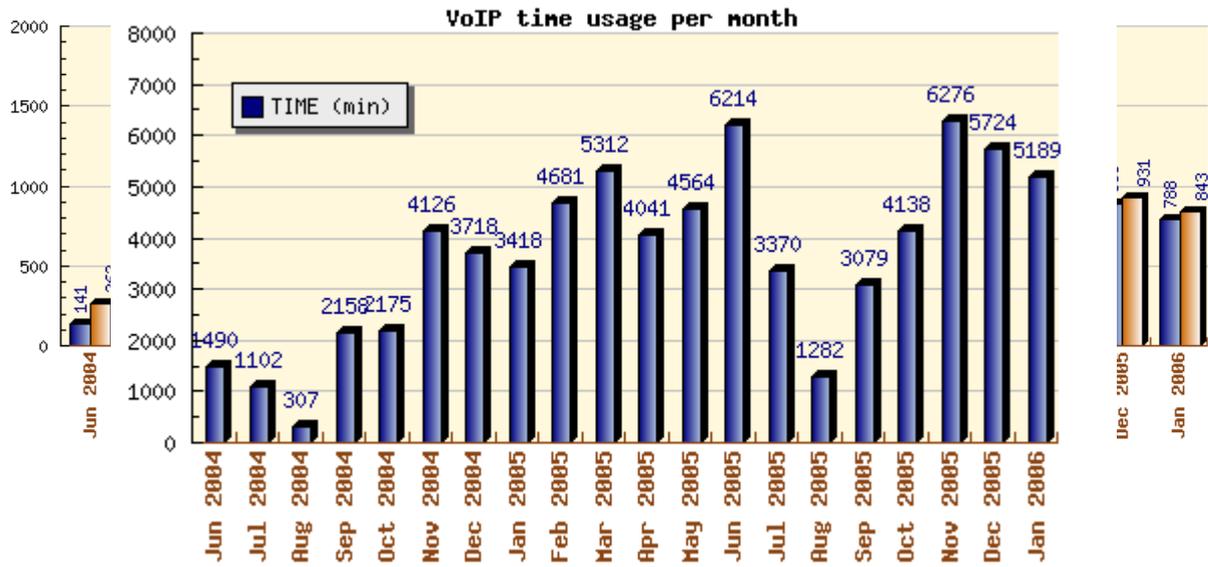
2. μετά από το πολύ δέκα λεπτά, ο δρομολογητής έχει ενημερωθεί για να δεχτεί την εγγραφή σας και μπορείτε χρησιμοποιώντας την εφαρμογή H.323 σας να καλέσετε τηλέφωνα του ΑΠΘ ή των υπολοίπων συνεργαζόμενων ιδρυμάτων, σύμφωνα με τον **κατάλογο προθεμάτων** αριθμών κλήσης συνεργαζόμενων ιδρυμάτων που μπορείτε να καλείτε με την υπηρεσία VoIP.
3. Επίσης μπορείτε να κληθείτε από συμβατικό τηλέφωνο χρησιμοποιώντας τον αριθμό του γραφείου σας όπως τον καταχωρήσατε με το άνοιγμα του λογαριασμού σας: 2310991234, 00302310991234 ή ακόμη και με το e-mail σας αν πρόκειται για κλήση που προέρχεται από άλλο χρήστη που είναι απευθείας εγγεγραμμένος στον gatekeeper του ΑΠΘ.

Όσο ο υπολογιστής σας παραμένει εγγεγραμμένος με το λογισμικό H.323 στον gatekeeper, μπορεί να λαμβάνει τις κλήσεις που προέρχονται από το Internet κανονικά, με το ίδιο τηλεφωνικό αριθμό που έχετε σαν τηλέφωνο γραφείου. Μόλις αποσυνδεθείτε από τον gatekeeper (π.χ. κλείνοντας το λογισμικό), οι κλήσεις VoIP θα προωθούνται κανονικά από τον gatekeeper του ΑΠΘ προς το συμβατικό τηλεφωνικό δίκτυο και θα κουδουνίζει η τηλεφωνική συσκευή στο γραφείο σας.

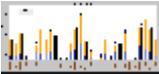
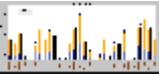
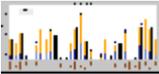
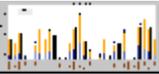
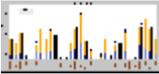
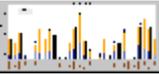
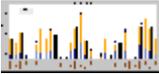
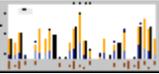
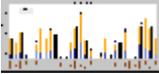
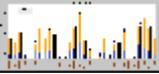
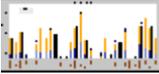
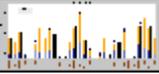
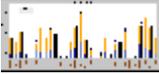
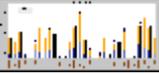
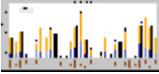
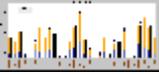
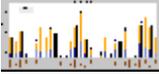
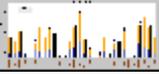
Επιπλέον, χρήστες που είναι εγγεγραμμένοι στον gatekeeper του ΑΠΘ, μπορούν να καλούνται μεταξύ τους και με απλές διευθύνσεις της μορφής e-mail, από τα softphones που το υποστηρίζουν αυτό και εφόσον και οι δύο χρήστες παραμένουν συνδεδεμένοι στον gatekeeper. Αυτό όμως δεν ισχύει για κλήσεις που έρχονται από το υπόλοιπο Internet, οι οποίες προωθούνται στο ΑΠΘ μόνο με την αριθμητική μορφή τους (δηλαδή, 0030231099xxxx)

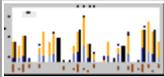
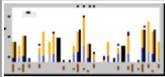
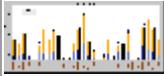
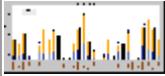
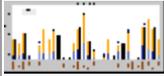
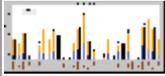
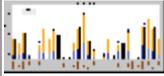
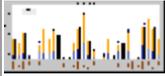
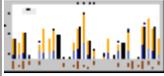
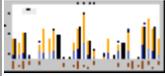
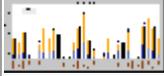
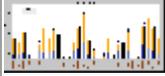
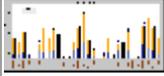
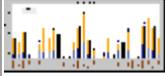
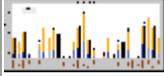
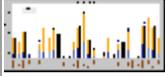
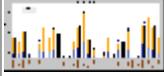
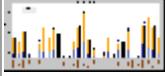
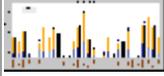
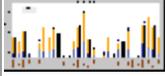
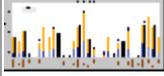
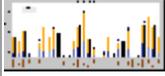
6.3. Μηνιαίες Αναφορές Στατιστικών Χρήσης Υπηρεσίας Voice over IP

Τα στοιχεία που ακολουθούν σχετίζονται με τη μηνιαία αποτίμηση χρήσης της Υπηρεσίας Voice over IP του ΑΠΘ σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία που συλλέγονται από το **Κέντρο Λειτουργίας και Διαχείρισης Δικτύου ΑΠΘ**. Η αποτίμηση και τα στατιστικά στοιχεία αναφέρονται στον αριθμό των κλήσεων που πραγματοποιήθηκαν ανά μήνα και ανά ημέρα, διαχωρίζοντας εισερχόμενες και εξερχόμενες, και στη διάρκειά τους.



Σχήμα 4: Αριθμός κλήσεων ανά μήνα

Έτος	Μήνας	Αριθμός Κλήσεων Εισερχ./Εξερχ.	-	Διάρκεια Κλήσεων
2004	Ιούνιος			
	Ιούλιος			
	Αύγουστος			
	Σεπτέμβριος			
	Οκτώβριος			
	Νοέμβριος			
	Δεκέμβριος			
2005	Ιανουάριος			
	Φεβρουάριος			

	Μάρτιος		
	Απρίλιος		
	Μάιος		
	Ιούνιος		
	Ιούλιος		
	Αύγουστος		
	Σεπτέμβριος		
	Οκτώβριος		
	Νοέμβριος		
	Δεκέμβριος		
2006	Ιανουάριος		

Σχήμα 5: Διάρκεια κλήσεων ανά μήνα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΜΕ VoIP

Για το μέλλον θεωρείται δεδομένη η αύξηση της χρήσης δικτύων μεταγωγής δεδομένων και κυρίως δικτύων βασισμένων στο IP για την τηλεφωνία. Η τάση αυτή υπάρχει και στους μεγάλους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς, που υλοποιούν τα δίκτυα κορμού τους πάνω σε τέτοιες τεχνολογίες, αλλά και στις εταιρίες που αξιοποιούν τη δικτυακή τους υποδομή για την τηλεφωνία. Η μείωση του κόστους του εξοπλισμού και η επίλυση των προβλημάτων ποιότητας ωθούν περαιτέρω τις επιχειρήσεις προς την τεχνολογία VoIP.

Παράλληλα αυξάνεται σημαντικά η χρήση της IP τηλεφωνίας από τους καταναλωτές. Σημαντική συμβολή σ' αυτό έχει η ανάπτυξη των ευρυζωνικών συνδέσεων καθώς η ύπαρξη μιας τέτοιας σύνδεσης θεωρείται μάλλον απαραίτητη ώστε η ποιότητα των τηλεφωνικών συνδιαλέξεων να βρίσκεται σε ικανοποιητικό επίπεδο. Δεν είναι άλλωστε τυχαία η επιτυχία υπηρεσιών όπως της Skype που επιτρέπει την πραγματοποίηση δωρεάν τηλεφωνικών κλήσεων μέσω του Internet.

Ακόμη στην ελληνική αγορά (μέσω της εταιρείας HOL) ξεκίνησε η εμπορική διάθεση της τηλεφωνίας μέσω internet προσφέροντας δωρεάν κλήσεις μεταξύ των χρηστών της υπηρεσίας και χαμηλές χρεώσεις σε κλήσεις με το δημόσιο δίκτυο.

Γενικά, υπάρχει ένα κλίμα προώθησης της IP τηλεφωνίας προς ένα ευρύτερο ακροατήριο. Οι αμερικανικές αρχές προωθούν ρυθμίσεις που διασαφηνίζουν το καθεστώς της αγοράς του VoIP, ενώ η βρετανική ρυθμιστική αρχή Ofcom προχώρησε ένα βήμα παραπάνω επιτρέποντας την αριθμοδοσία σε VoIP συνδέσεις. Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα σημαντικό βήμα που αναμένεται να έχει ευεργετικές συνέπειες στην εξάπλωση της IP τηλεφωνίας σε αν ευρύτερο κοινό.

Όταν το VoIP διαδοθεί περισσότερο, θα δούμε και μια σειρά νέες υπηρεσίες που θα αξιοποιούν τη διαδικτυακή τεχνολογία, όπως την παροχή υπηρεσιών τηλεφωνικού κέντρου μέσω δικτύου με το μοντέλο του ASP. Παράλληλα, η ενοποίηση των δικυακών δεδομένων και τηλεφωνίας θα άρει τις παραδοσιακές διαχωριστικές γραμμές παρέχοντας νέες δυνατότητες επικοινωνίας.

Τέλος, δε θα πρέπει να αγνοηθούν οι προσπάθειες που λαμβάνουν χώρα στον τομέα του VoIP πάνω από ασύρματα broadband δίκτυα όπως το Wi-Fi. Αρκετοί μάλιστα ισχυρίζονται ότι η εμφάνιση της εν λόγω προσέγγισης ενδέχεται να απειλήσει ακόμη και την αγορά της κινητής τηλεφωνίας.

7.1. Η αγορά της φωνητικής τηλεφωνίας θα αποτελέσει πεδίο σκληρού ανταγωνισμού.

Πλήθος παραγόντων συντελούν στη διαμόρφωση νέων μορφών οργάνωσης και διοίκησης του ανθρώπινου κεφαλαίου, ιδιαίτερα στον χώρο των επιχειρήσεων της νέας οικονομίας. Οι παράγοντες αυτοί εντοπίζονται στη φύση των επιχειρήσεων αυτών, των προμηθευτών τους, των πελατών και του διαθέσιμου ανθρώπινου δυναμικού.

Το νέο περιβάλλον, όπως αυτό διαμορφώνεται στην απελευθερωμένη πλέον ελληνική αγορά τηλεπικοινωνιών, ανοίγει τον δρόμο για την παροχή νέων πρωτοποριακών υπηρεσιών προς τους Έλληνες καταναλωτές, συμπεριλαμβανομένης και της τηλεφωνίας μέσω Internet ή αλλιώς Voice over IP.

Η τεχνολογία VoIP χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο του Internet (Internet Protocol) για να μεταφέρει τηλεφωνικές συνομιλίες, μετατρέποντας τη φωνή σε πακέτα δεδομένων, τα οποία μεταφέρονται μέσω του δικτύου που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το Διαδίκτυο. Η συχνότητα που απαιτεί η τεχνολογία IP για τη μετάδοση των δεδομένων είναι τουλάχιστον κατά 6 φορές μικρότερη από την

αντίστοιχη των παραδοσιακών τηλεπικοινωνιακών δικτύων που χρησιμοποιούν σήμερα οι περισσότεροι συνδρομητές σε ολόκληρο τον κόσμο.

Η σημαντική αυτή διαφορά καθιστά τις κλήσεις μέσω του VoIP σαφέστατα πιο οικονομικές για τους χρήστες, και σε αρκετές περιπτώσεις το τηλεφώνημα μέσω του Διαδικτύου μπορεί να στοιχίσει έως και 90% φθηνότερα απ' ό,τι μέσω του παραδοσιακού τηλεπικοινωνιακού δικτύου. Ο συνδρομητής, είτε πρόκειται για επιχείρηση είτε για έναν απλό ιδιώτη, προκειμένου να εκμεταλλευτεί την τεχνολογία VoIP χρειάζεται έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή (τελευταίας τεχνολογίας), σύνδεση με το Διαδίκτυο, τον κατάλληλο εξοπλισμό (μικρόφωνο κ.λπ.) και φυσικά τον παροχέα αυτής της υπηρεσίας. Με την απελευθέρωση της αγοράς τηλεπικοινωνιών όμως, η τηλεφωνία μέσω IP καθίσταται δυνατή και χωρίς να έχει ο συνδρομητής ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Στο εξωτερικό υπάρχουν σήμερα εκατοντάδες τηλεπικοινωνιακοί φορείς, οι οποίοι παρέχουν σε επιχειρήσεις ή και συνδρομητές την τηλεφωνία μέσω του Διαδικτύου. Αυτό σημαίνει ότι οι συνδρομητές μπορούν ακόμη και με ένα απλό τηλέφωνο να απολαμβάνουν φθηνότερες τηλεφωνικές κλήσεις, καθώς ο φορέας που έχουν επιλέξει δεν χρησιμοποιεί τα παραδοσιακά τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, αλλά το Διαδίκτυο για να μεταφέρει τη φωνητική συνδιάλεξη. Ήδη κυκλοφορούν και στην ελληνική αγορά προπληρωμένες κάρτες από νέους τηλεπικοινωνιακούς φορείς, αρκετές από τις οποίες παρέχουν υπηρεσίες ιδιαίτερα χαμηλού κόστους, όπως κλήσεις προς κινητό τηλέφωνο ή το εξωτερικό, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία VoIP.

Οι συνδρομητές που επιθυμούν όμως να εκμεταλλευτούν πλήρως την τεχνολογία VoIP μπορούν αγοράζοντας τον κατάλληλο εξοπλισμό να δημιουργήσουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα τηλε-συνομιλίας μέσω του Internet. Η εταιρεία Net2Phone, ηγέτης στη διεθνή αγορά προϊόντων VoIP, παρέχει τον κατάλληλο εξοπλισμό για κάθε είδους συνδρομητές, από έναν έφηβο έως μία επιχείρηση μεγάλου μεγέθους. Το πραγματικό ενδιαφέρον των ελληνικών τηλεπικοινωνιακών φορέων σε ό,τι αφορά το VoIP επικεντρώνεται όμως στην αγορά των επιχειρήσεων, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν θα προωθήσουν τις νέες υπηρεσίες και προς τους οικιακούς χρήστες. Στο σημείο αυτό ο ΟΤΕ , η μεγαλύτερη εταιρεία τηλεπικοινωνιών στην

Νοτιοανατολική Ευρώπη, μέσω της θυγατρικής του της ΟΤΕnet παρέχει αυτές τις υπηρεσίες με τη μορφή προπληρωμένης κάρτας ή ενός κωδικού που πρέπει να πληκτρολογεί ο συνδρομητής πριν πραγματοποιήσει μια κλήση.

Ωστόσο η ποιότητα που παρέχει το VoIP μπορεί σε αρκετές περιπτώσεις να δημιουργεί προβλήματα στους συνδρομητές, όπως για παράδειγμα καθυστέρηση στη μετάδοση της φωνής, παράσιτα κ.λπ. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να επωφεληθεί κανείς από το VoIP είναι η ένταξη αυτής της τεχνολογίας σε ένα ολοκληρωμένο πακέτο υπηρεσιών, που θα διασφαλίζει υψηλή ποιότητα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία :

- Russell Tr., Τηλεπικοινωνιακά Πρωτόκολλα, εκδόσεις Τζιώλα, Θεσσαλονίκη, 2001

Άρθρα :

- Παπαδημητρίου Π. - Οικονομολόγου - Διαχειριστή Επιχειρησιακών Πελατών ΟΤΕ Α.Ε. , Αθήνα, 2003

Internet :

- www.go.isnd.gr
- www.europa.eu.int
- www.istoselides.gr
- www.greektechforum.com
- www.techteam.gr
- www.lab.epmhs.gr
- www.businesswoman.gr

