



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ**

**ΜΑΘΗΜΑ :
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ**

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ:
ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ
Επικ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Μακεδονίας**

ΘΕΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ :

Voice over Internet Protocol

Voice over Net



**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:
ΚΡΟΜΜΥΔΑ ΜΑΡΙΑ
Α.Μ: Μ13/00**

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2001

Voice over Internet Protocol

Voice over Net

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το VoIP, μια σχετικά καινούρια τεχνολογία, μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε το ευρέως γνωστό πρωτόκολλο IP για να μεταφέρουμε τηλεφωνικές κλήσεις. Η υλοποίηση, ωστόσο, δεν περιορίζεται σε IP δίκτυα, αλλά μπορεί να χρησιμοποιήσει ως υπόβαθρο διάφορους τύπους δικτύων (όπως είναι το frame relay). Από τη μια, το διαισθητικό και γνωστό στον τελικό χρήστη τηλεφωνικό δίκτυο ακολουθεί την προσέγγιση της μεταγωγής κυκλώματος, ενώ τα δίκτυα δεδομένων χρησιμοποιούν τη μεταγωγή πακέτου. Πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις επέτρεψαν τη σύζευξη των δύο αυτών αρχιτεκτονικά διαφορετικών τεχνολογικών συστημάτων - τηλεφώνου και δικτύων υπολογιστών - παρέχοντας ένα ευρύτερο και οικονομικά αποδοτικό κανάλι για μεταφορά πληροφοριών.

ABSTRACT

VoIP is a relatively new technology which enables us to use the well known Internet Protocol to carry voice calls. The implementation though is not limited to IP networks but it can use as a background different types of networks (such as frame relay). The intuitive and familiar to the end user public telephone network follows the circuit switched approach, while data networks use packet switching. Recent technological developments have allowed the convergence of these two different technological systems - telephone and computer networks - providing a wider and more cost effective channel for information delivery.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

THE ROAD TO VoIP. Με αυτές τις λέξεις το περιοδικό Network World - στο τεύχος της 6ης Μαρτίου 2000 - ξεκινούσε μια σειρά άρθρων αφιερωμένων σ' αυτό που στη διεθνή βιβλιογραφία ονομάζεται Internet Telephony ή Voice over Internet Protocol (VoIP). Η ιδέα που κρύβεται πίσω από αυτούς τους όρους αναφέρεται στην τεχνολογία που χρησιμοποιεί δίκτυα δεδομένων βασισμένα στο πρωτόκολλο IP, για τη μετάδοση τηλεφωνικών κλήσεων. [1]

Η υλοποίηση τηλεφωνικών κλήσεων μέσω δικτύων που χρησιμοποιούν το IP αποτελεί, ωστόσο, μια ειδική περίπτωση της τηλεφωνίας - με - υπολογιστή (computer telephony) και γενικότερα της μεταφοράς φωνής μέσα από διάφορους τύπους δικτύων. Πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις επέτρεψαν τη σύζευξη των δύο αρχιτεκτονικά ξεχωριστών τεχνολογικών συστημάτων - τηλεφώνου και υπολογιστή - παρέχοντας ένα αρκετά ευρύτερο και περισσότερο εύχρηστο κανάλι για τη μεταφορά πληροφοριών.[2] Το computer telephony πάντρεψε το διαισθητικό στη χρήση τηλέφωνο και το πλούσιο σε πληροφορίες και ευέλικτο στη διασύνδεση, Internet.[29]

Πριν προχωρήσουμε όμως, στο πώς μπορούμε να αξιοποιήσουμε τους υπολογιστές και σ' αυτόν τον ρόλο, θα πρέπει να κατανοήσουμε τα συστατικά στοιχεία και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αφενός μεν του τηλεφωνικού δικτύου, αφετέρου δε των δικτύων υπολογιστών.

ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής (Public Switched Telephone Network - PSTN), με το οποίο όλοι είμαστε εξοικειωμένοι, προσφέρει δυνατότητα αμφίδρομης μετάδοσης φωνής, με μικρές καθυστερήσεις, αλλά και την εγγύηση ότι όταν η κλήση θα εγκατασταθεί, θα ολοκληρωθεί. [21]

Η επίτευξη αυτής της ποιότητας υπηρεσιών γίνεται με τη δέσμευση ενός απ' άκρου σ' άκρο φυσικού κυκλώματος ανάμεσα στην πηγή και τον προορισμό της τηλεφωνικής κλήσης, για όσο χρόνο αυτή διαρκεί. Ο καλών χρησιμοποιεί το τηλέφωνό του για να συνδεθεί - με τη βοήθεια ενός αριθμού ιδιωτικών και δημοσίων μεταγωγέων¹ (switches) - με την τηλεφωνική συσκευή του ατόμου με το οποίο θέλει να συνομιλήσει. Τα σήματα φωνής μεταφέρονται με την ίδια σειρά με την οποία δημιουργούνται, έτσι ώστε ο καλούμενος να μπορεί να κατανοήσει όσα λέγονται.[1] Με την ολοκλήρωση της κλήσης, το μονοπάτι διαμέσου των

¹ Ο μεταγωγέας είναι ένας ειδικού σκοπού υπολογιστής.

μεταγωγέων που είχε προηγουμένως δημιουργηθεί, αποδεσμεύει όσους πόρους χρησιμοποίησε.

Αξίζει να επιμείνουμε λίγο περισσότερο στο σημείο αυτό, αποσαφηνίζοντας ορισμένες έννοιες. Όταν ένας οργανισμός θέλει να φτιάξει το δικό του εσωτερικό τηλεφωνικό δίκτυο, θα αγοράσει έναν μεταγωγέα **Private Branch Exchang (PBX)** και όλα τα τηλέφωνα θα πρέπει να συνδεθούν μ' αυτόν. Η τεχνολογική αυτή υποδομή δίνει τη δυνατότητα σε άτομα, των οποίων τα τηλέφωνα είναι συνδεδεμένα στο ίδιο PBX, να μπορούν να επικοινωνούν. Πολλά PBXs μπορούν, επίσης, να συνδεθούν μεταξύ τους στο πλαίσιο ενός οργανισμού, χρησιμοποιώντας είτε ιδιωτική υποδομή είτε μισθωμένη από έναν τηλεπικοινωνιακό οργανισμό (carrier). Η ενοικίαση γραμμών παρέχει μια φυσική καλωδιακή σύνδεση από ένα PBX σ' έναν απ' τους μεταγωγείς του carrier, που ονομάζεται **Central Office switch - CO switch**. [4] Ο carrier συντηρεί ένα δίκτυο συνδεδεμένων CO switches, που ενοποιούνται με τους CO switches άλλων carriers για την πραγματοποίηση εθνικών και διεθνών τηλεφωνημάτων. Για νοικοκυριά ή μικρές επιχειρήσεις, πάντως, που δε θέλουν να διαχειρίζονται ένα PBX, οι carriers πωλούν απευθείας συνδέσεις με CO switches.

"Το έξυπνο δίκτυο"

Το PSTN θεωρείται "έξυπνο" δίκτυο υπό την έννοια ότι έχει τη δυνατότητα πρόσβασης σε πραγματικό χρόνο σε βάσεις δεδομένων προκειμένου να ελέγξει τη δρομολόγηση των τηλεφωνικών κλήσεων. Πολλές από τις πλέον γνωστές υπηρεσίες που προσφέρει σήμερα βασίζονται σ' αυτήν ακριβώς τη δυνατότητα. Παρακάτω αναφέρονται οι γνωστότερες:

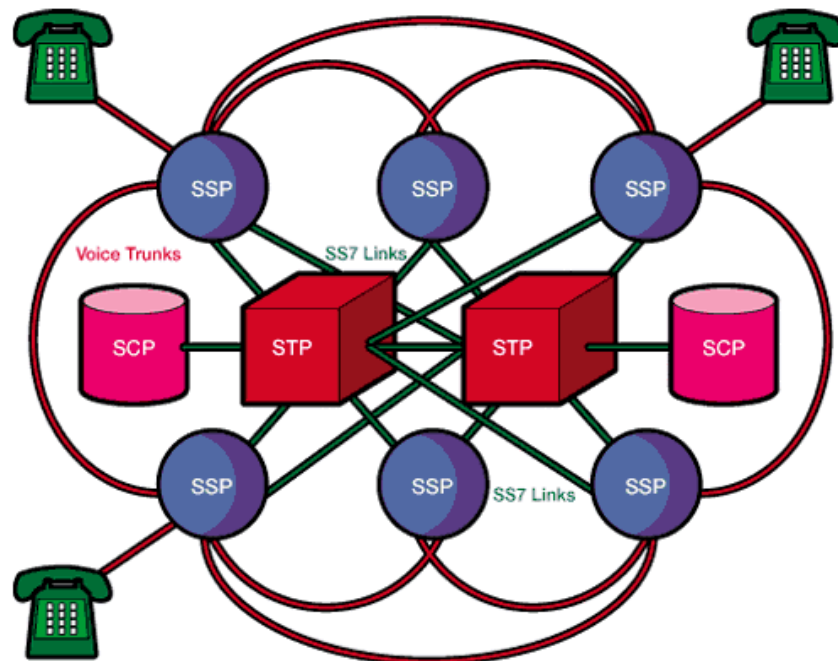
1. Τηλεφωνικές υπηρεσίες χωρίς χρέωση (νούμερα που ξεκινούν με το 800). Για τη δρομολόγηση κλήσεων που αφορούν τέτοια νούμερα, θα πρέπει πρώτα να εντοπιστεί η κατάλληλη βάση δεδομένων και μετά να ερευνηθεί το τελικό τηλεφωνικό νούμερο που θα χρησιμοποιηθεί.[8]

2. Ασύρματη περιαγωγή. Σ' αυτή την υπηρεσία, το δίκτυο χρησιμοποιεί μια σύνθετη σειρά από μηνύματα σήμανσης για να καταστήσει δυνατές εισερχόμενες και εξερχόμενες κλήσεις. Οι βάσεις δεδομένων των συνδρομητών ερευνώνται για να καθοριστούν τι δικαιώματα υπάρχουν για περιαγωγή σε νέες περιοχές.[8]

3. Τηλεφωνικές κάρτες. Όταν γίνεται μια κλήση με τηλεφωνική κάρτα, γίνεται προσπέλαση σε βάση δεδομένων για να προσδιοριστεί η εγκυρότητα της κάρτας και να γίνει η κατάλληλη χρέωση.[8]

Τέτοιου είδους υπηρεσίες προσδίδουν στο PSTN το χαρακτηρισμό **Intelligent Network (IN)**. Οι IN, λοιπόν, υπηρεσίες ελέγχονται από το πρωτόκολλο SS7.

Ένα απλό διάγραμμα των συστατικών του δικτύου φαίνεται στη συνέχεια. Τα Signal Service Points (SSPs) (σημεία σήμανσης των υπηρεσιών) είναι τηλεφωνικοί μεταγωγείς που εκκινούν και τερματίζουν μηνύματα SS7. Τα Signal Transfer Points (STPs) (σημεία μεταφοράς σήματος) είναι συσκευές που δρομολογούν μηνύματα SS7 μέσα στο δίκτυο. Τα Service Control Points (SCPs) (σημεία ελέγχου των υπηρεσιών) είναι εξυπηρετητές βάσεων δεδομένων.[8]



DATA NETWORKING

Η φιλοσοφία που διέπει τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ συνδεδεμένων - σ' ένα ή περισσότερα δίκτυα - υπολογιστών, ονομάζεται μεταγωγή πακέτου (packet switching) και είναι διαφορετική από τη μεταγωγή κυκλώματος που ισχύει για το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο. Η διαφορά συνίσταται στο ότι δε δεσμεύεται ένα μονοπάτι ανάμεσα στα επικοινωνούντα σημεία, αλλά τα μηνύματα ή τα αρχεία που πρέπει να μεταφερθούν, διαιρούνται σε πολλά μικρά πακέτα. [3] Καθένα απ' αυτά τα πακέτα μεταδίδεται μέσα από τη δικτυακή υποδομή στη συσκευή προορισμού, όπου και γίνεται η αναδημιουργία του αρχικού μηνύματος, με βάση τα στοιχεία που υπάρχουν στην επικεφαλίδα κάθε πακέτου. Η πορεία που ακολουθεί κάθε πακέτο από την πηγή στον προορισμό μπορεί να είναι διαφορετική, κάτι που σημαίνει ότι είναι δυνατόν τα πακέτα δεδομένων να μην φτάσουν στην άλλη άκρη με τη σειρά με την οποία στάλθηκαν. Με τη χρήση όμως, της πληροφορίας που περιέχεται στην επικεφαλίδα, τα πακέτα θα μπορέσουν να μπου στη σωστή σειρά. Επιπλέον, πολλά πακέτα από διαφορετικά μηνύματα μπορούν να

μεταδοθούν συγχρόνως μέσω της ίδιας φυσικής γραμμής, λόγω των χαρακτηριστικών της αριστοποίησης και της αποδοτικότητας που είναι ενσωματωμένα στην τεχνική της μεταγωγής πακέτου.

ΜΕΤΑΓΩΓΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΠΑΚΕΤΟΥ

Μια χρήσιμη αναλογία ανάμεσα στα δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος και μεταγωγής πακέτου, είναι ο σιδηρόδρομος έναντι των δικτύων του δρόμου. [3] Ο σιδηρόδρομος μοιάζει με δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος, επειδή το μονοπάτι ουσιαστικά καθορίζεται εκ των προτέρων και το τραίνο ταξιδεύει μέσω αυτού. Αντίθετα, ένας δρόμος μοιράζεται ανάμεσα σε πολλές μικρότερες μονάδες, που η κάθε μία πρέπει να διαθέτει "εξυπνάδα" για να πάει στον προορισμό της.

Τα πλεονεκτήματα των δικτύων μεταγωγής κυκλώματος είναι ότι παρέχουν συγκεκριμένο εύρος ζώνης ανάμεσα στα επικοινωνούντα σημεία και επομένως, μπορούν να εγγυηθούν μία σταθερή ποιότητα υπηρεσιών, όπως είναι η ποιότητα των δεδομένων, η μέγιστη καθυστέρηση κ.ά. Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγεται η κακή χρησιμοποίηση των δικτυακών πόρων. Από την άλλη μεριά, τα δίκτυα μεταγωγής πακέτου έχουν το πλεονέκτημα της ασυγκρίτως οικονομικότερης χρήσης των πόρων. Τα μειονεκτήματά τους σχετίζονται με τις επικοινωνίες σε πραγματικό χρόνο, μιας και παρέχουν μεταβλητή κι όχι εγγυημένη ποιότητα υπηρεσιών εξαιτίας της συμφόρησης που είναι δυνατόν να προκύψει σε δρομολογητές και διαμοιραζόμενα κυκλώματα. Επίσης, μειονέκτημα αποτελεί και η καθυστέρηση που δημιουργείται από τη συμπύεση, την αποσυμπύεση και την επεξεργασία των πληροφοριών που περιέχονται στην επικεφαλίδα των πακέτων για τη δρομολόγησή τους.

IP TELEPHONY

Η μεταφορά τηλεφωνικών κλήσεων μέσω των βασισμένων στο IP δικτύων δεδομένων έχει εξελιχθεί σ' ένα μεγάλο δικτυακό θέμα. Σύμφωνα δε με πολλούς, πρόκειται για μια επανάσταση που θα επηρεάσει εκτενώς το τηλεπικοινωνιακό τοπίο σήμερα και πολύ περισσότερο στο μέλλον.

Για να δρέψει κανείς τους καρπούς αυτής της τεχνολογίας, θα χρειαστεί φυσικά έναν υπολογιστή που να διαθέτει μικρόφωνο, ηχεία και το κατάλληλο λογισμικό που προσφέρει λειτουργίες παρόμοιες με του τηλεφώνου. Θα μπορούσε, ωστόσο, να χρησιμοποιηθεί ένα παραδοσιακό αναλογικό τηλέφωνο συνδεδεμένο σε ένα PBX με δυνατότητες IP (iPBX αποκαλείται συνήθως) ή ένα τηλέφωνο που να συνδέεται στη θύρα δεδομένων και να υποστηρίζει το ίδιο ιντερνετική τηλεφωνία (IP

τηλέφωνο). [6] Ανεξάρτητα από την επιλογή της συσκευής, ο βασικός μηχανισμός μιας ιντερνετικής τηλεφωνικής κλήσης λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο.

Η κλήση

Όταν σχηματίσει κανείς το νούμερο ή επιλέξει ένα όνομα, απαιτείται σηματοδότηση (signaling) προκειμένου να καθοριστεί το αν το καλούμενο μέρος είναι απασχολημένο ή διαθέσιμο, καθώς και για να εγκατασταθεί η κλήση. Όταν η συνομιλία ξεκινά, το αναλογικό σήμα που παράγεται από το μικρόφωνο, κωδικοποιείται σε ψηφιακή μορφή προκειμένου να μεταφερθεί μέσω ενός IP δικτύου. Το IP δίκτυο θα πρέπει να διασφαλίσει ότι η συνομιλία που διεξάγεται σε πραγματικό χρόνο, μεταφέρεται με τη χρήση των διαθέσιμων μέσων με τρόπο ώστε να παράγεται αποδεκτή ποιότητα φωνής. [6] Αυτό όμως δεν είναι πάντοτε εφικτό. Καθώς στο IP δίκτυο συμμετέχουν όλο και περισσότεροι χρήστες, καθένας θα μείνει μεν συνδεδεμένος, αλλά θα έχει υποβιβασμό στην απόδοση.[7] Τέλος, ίσως χρειαστεί η ροή των πληροφοριών να μετατραπεί σε άλλη μορφή, λειτουργία που επιτελείται από μια πύλη (gateway). Η μετατροπή αυτή γίνεται είτε για να επιτευχθεί διαλειτουργικότητα (interoperability) με ένα πολυμεσικό IP σχήμα είτε επειδή η κλήση απευθύνεται στο δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο (PSTN). Από τα παραπάνω συνάγεται ότι οι τεχνολογικές απαιτήσεις της ιντερνετικής τηλεφωνίας αφορούν τέσσερις περιοχές: τη σηματοδότηση, την κωδικοποίηση, τη μεταφορά και τον έλεγχο των πυλών.

Πρότυπα (Standards)

Για κάθε μία από τις περιοχές αυτές έχουν δημιουργηθεί πρότυπα. Το δυστύχημα, όμως, είναι στον κρίσιμο τομέα της σηματοδότησης υπάρχουν δύο ανταγωνιστικές ομάδες προτύπων. Πρόκειται για το H.323 (πρότυπο του Διεθνούς οργανισμού τηλεπικοινωνιών - International Telecommunications Union - ITU) και το SIP (Session Initiation Protocol - Πρωτόκολλο έναρξης συνόδου από τον Internet Engineering Task Force - IETF). Πρέπει, πάντως, να επισημανθεί ότι ούτε το H.323 ούτε το SIP συνιστούν το πλήρες σετ των προτύπων που είναι απαραίτητα για την ιντερνετική τηλεφωνία. Απλώς είναι ανταγωνιστικά πρότυπα στη σηματοδότηση. Μέχρι και πρόσφατα, η ίδια εικόνα επικρατούσε και στο κομμάτι του ελέγχου των πυλών, καθώς υπήρχε το IPDC (IP Device Control) και το SGCP (Simple Gateway Control Protocol), που ήταν ανταγωνιστικά μεταξύ τους. Πάντως, σήμερα φαίνεται πως επικρατεί ένα πρότυπο που λέγεται MGCP (Media Gateway Control Protocol) και το οποίο συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των δύο προηγούμενων. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα πρότυπα που υπάρχουν στις περιοχές της σηματοδότησης, της κωδικοποίησης, της μεταφοράς και του ελέγχου των πυλών. Οι πίνακες ελήφθησαν από την αναφορά [6].

Σηματοδοσία

Σοίτα πρωτοκόλλων H.323

Πρότυπο	Οργανισμός πιστοποίησης	Σύντομη περιγραφή
H.323 V2	ITU	Βασισμένα σε πακέτα πολυμεσικά επικοινωνιακά συστήματα
H.225.0	ITU	Πρωτόκολλα σηματοδοσίας κλήσεων και δημιουργίας πακέτων για πολυμεσική πληροφοριακή ροή
H.225.0 Annex G	ITU	Επικοινωνίες gatekeeper προς gatekeeper
H.245	ITU	Πρωτόκολλο ελέγχου για επικοινωνίες πολυμέσων
H.235	ITU	Ασφάλεια και κρυπτογράφηση για τη σειρά H των πολυμεσικών τερματικών
H.450.x	ITU	Συμπληρωματικές υπηρεσίες για πολυμέσα (μεταφορά κλήσης, εκτροπή, αναμονή κλήσης, αναμονή μηνύματος)
H.323 Annex D	ITU	Fax σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας T.38
H.323 Annex E	ITU	Σύνδεση κλήσης πάνω από UDP (User Datagram Protocol)
H.323 Annex F	ITU	Single - use device
T.38	ITU	Διαδικασίες για επικοινωνίες τηλεομοιοτυπίας ομάδας 3 πάνω από δίκτυα IP
T.120 Series	ITU	Πρωτόκολλα δεδομένων για διάσκεψη με χρήση πολυμέσων

Σοίτα πρωτοκόλλων SIP

SIP (RFC ² 2543)	IETF	Session Initiation Protocol - Πρωτόκολλο έναρξης συνόδου
SDP (RFC 2327)	IETF	Session Description Protocol - Πρωτόκολλο περιγραφής συνόδου
SAP (Internet Draft)	IETF	Session Announcement Protocol - Πρωτόκολλο ανακοίνωσης συνόδου

² RFC - Requests For Comments. Έτσι ονομάζονται οι συστάσεις του IETF για τα πρότυπα του Internet.

Κωδικοποίηση

Παραλλαγές της Παλμοκωδικής διαμόρφωσης - Pulse Code Modulation (PCM)

G.711	ITU	PCM 48 έως 64 kbps
G.722	ITU	Sub - band ADPCM (Adaptive Differential PCM - υποζωνική προσαρμοστική διαφορική PCM)
G.726	ITU	ADPCM 16 έως 40 kbps
G.727	ITU	AEDPCM

Παραλλαγές του CELP (Codebook Excited Linear Prediction)

G.723.1	ITU	MPE/ACELP
H.728	ITU	LD - CELP
G.729	ITU	CS - ACELP

Μεταφορά

RTP (RFC 1889)	IETF	RTP: Real - time Transport Protocol (Πρωτόκολλο μεταφοράς πραγματικού χρόνου)
RTCP (RFC 1889)	IETF	RTCP: Real - time Transport Control Protocol (Πρωτόκολλο ελέγχου μεταφοράς σε πραγματικό χρόνο)
RTSP (RFC 2324)	IETF	RTSP: Real - Time Streaming Protocol

Έλεγχος πυλών

MGCP	IETF	Media Gateway Control Protocol
SGCP	IETF	Simple Gateway Control Protocol
IPDC	IETF	IP Device Control
H.GCP	ITU	Προτεινόμενες συστάσεις για πρωτόκολλο ελέγχου πύλης

H.323 εναντίον SIP

Αφού υπάρχουν δύο κυρίαρχα πρότυπα στη σηματοδότηση, με βάση ποια κριτήρια μπορεί να γίνει η επιλογή; Το ευχάριστο είναι ότι οι δύο αυτές ομάδες ή - όπως αλλιώς λέγονται - σουίτες πρωτοκόλλων δείχνουν να συγκλίνουν παίρνοντας και δίνοντας καλές ιδέες η μία στην άλλη. Ειδικότερα, η τρίτη και τελευταία έκδοση του H.323 (H.323 v3) έχει αντιμετωπίσει ορισμένα καίρια ζητήματα απόδοσης, όπως είναι η

καθυστέρηση στην εγκατάσταση της κλήσης, που αρχικώς συγκαταλέγονταν στα πλεονεκτήματα του SIP.

Κάθε σουίτα υποστηρίζει το ίδιο καλά την πλειοψηφία των απαιτούμενων από τον τελικό χρήστη λειτουργιών, όπως είναι η εγκατάσταση και ο τερματισμός κλήσεων, η μεταφορά, προώθηση και αναμονή κλήσης, αλλά και η διάσκεψη. Οι μόνες λειτουργικές διαφορές είναι η ένδειξη αναμονής μηνύματος (που υποστηρίζει μόνο το H.323), ο έλεγχος από τρίτο (π.χ η γραμματέας να μπορεί να τοποθετεί μια κλήση για λογαριασμό του manager, κάτι που υποστηρίζει μόνο το SIP) και συγκεκριμένες λειτουργίες σχετικές με διάσκεψη.[6] Η σουίτα H.323 v3 παρέχει έναν περισσότερο εύρωστο σε σχέση με το SIP μηχανισμό για "ανταλλαγή δυνατοτήτων" (capabilities exchange), διαδικασία η οποία καθορίζει αν ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό υποστηρίζεται και από τις δύο συμμετέχουσες οντότητες.

Εκεί όμως που H.323 και SIP διαφέρουν σημαντικά είναι στην ποιότητα υπηρεσιών, τη διεύρυνση/ ευελιξία, καθώς και στη διαλειτουργικότητα. Το SIP θεωρείται καλύτερο όσον αφορά τη διεύρυνση, λόγω της μικρότερης πολυπλοκότητας που το διακρίνει. Ένα θέμα αρκετά σημαντικό, αν ληφθεί υπόψη ότι το Internet θα φτάσει στο σημείο να υποστηρίζει 500 εκατομμύρια ιντερνετικά τηλέφωνα. Ωστόσο, το πλεονέκτημα αυτό ίσως να μην μπορεί να αντισταθμίσει τις αδυναμίες του SIP στην ποιότητα υπηρεσιών (δεν υποστηρίζει την προσέγγιση των διαφοροποιημένων υπηρεσιών και της διαχείρισης) και τη διαλειτουργικότητα. Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται οι ομοιότητες μεταξύ H.323 και SIP, καθώς και τα ισχυρά τους σημεία.

	Ομοιότητες	το H.323 καλύτερο	το SIP καλύτερο
Ποιότητα υπηρεσιών	καθυστέρηση εγκατάστασης κλήσης, ανάκτηση χαμένων πακέτων, έλλειψη της δυνατότητας παρακράτησης πόρων	ανοχή στα λάθη, Admission Control (έλεγχος εισόδου), Policy Control (το H.323 έχει περιορισμένη υποστήριξη για διαφοροποιημένες υπηρεσίες ενώ το SIP δεν έχει καμία υποστήριξη)	ανίχνευση βρόγχου (ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται είναι ανώτερος)
Διεύρυνση και ευελιξία	υποστήριξη UDP, επικοινωνίες μεταξύ εξυπηρετών για εντοπισμό του τελικού σημείου	εντοπισμός τελικών σημείων σε άλλες διαχειριστικές περιοχές (το SIP δεν καθορίζει μέθοδο, απλώς προτείνει τη χρήση DNS)	λιγότερη πολυπλοκότητα, επεκτασιμότητα, ευκολία στην τυποποίηση (customization)
Διαλειτουργικότητα		διαλειτουργικότητα με τη σηματοδότηση	

		του PSTN (χρησιμοποιεί μηνύματα παρόμοια με το Q.931 που είναι συμβατά με το SS7, μόνο που είναι υποσύνολο των μηνυμάτων ISUP), διαλειτουργικότητα μεταξύ των κατασκευαστών	
--	--	---	--

Πηγή: [6]

Η εικόνα της αγοράς

Τα προϊόντα ιντερνετικής τηλεφωνίας που είναι αυτή τη στιγμή διαθέσιμα στην αγορά, παρουσιάζουν μια ανάμικτη εικόνα. Πολλά είναι ακόμη εξαρτημένα από το συγκεκριμένο κατασκευαστή, αρκετά υποστηρίζουν το H.323 v1, μερικά υποστηρίζουν το H.323 v2 και πολύ λίγα υποστηρίζουν είτε το SIP είτε το H.323 v3.

Αυτό που θεωρείται πιθανότερο είναι οι μεγάλοι κατασκευαστές να έχουν υποστήριξη και για το SIP και για το H.323 μέχρις ότου το τοπίο των προτύπων ξεκαθαρίσει και είτε κάποιο "πεθάνει" είτε συγχωνευτούν. Ήδη, λειτουργούν forums που προσπαθούν να ξεδιαλύνουν την κατάσταση με τις ανταγωνιστικές τεχνολογίες και τα διαφορετικά πρωτόκολλα και να συμβάλλουν στη διαλειτουργικότητα ανάμεσα στον εξοπλισμό διαφόρων κατασκευαστών.[30] Στην παρούσα φάση, πάντως, εάν κάποιος ενδιαφέρεται για μεγάλη διαθεσιμότητα και διαλειτουργικότητα, τότε ίσως μια λύση με SIP θα είναι παρακινδυνευμένη αυτή τη στιγμή. Διαφορετικά, και οι δύο προσεγγίσεις προσφέρουν ίδιες λειτουργίες, με εξαίρεση τη δυνατότητα διάσκεψης. Στο SIP μπορεί να γίνει εκκίνηση κλήσεων διάσκεψης χωρίς απαίτηση για εξυπηρετητή διάσκεψης. Αντίθετα, το H.323 απαιτεί να υπάρχει ένας τέτοιος εξειδικευμένος εξυπηρετητής. Σε κάθε περίπτωση, πάντως, το αν απαιτείται ή όχι εξειδικευμένος εξυπηρετητής εξαρτάται από τη συνολική κατασκευαστική προσέγγιση και όχι τόσο από τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται.

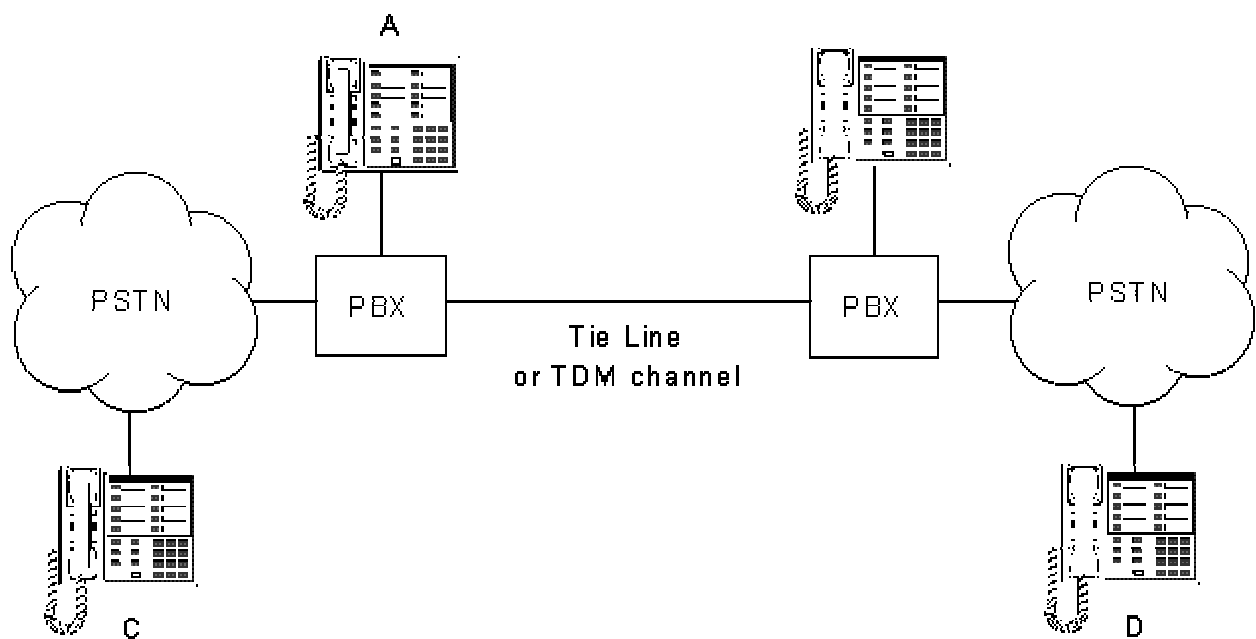
Στρατηγικές για υλοποίηση VoIP δικτύων

Για να μπορέσει κάποιος να "χτίσει" ένα δίκτυο για VoIP, υπάρχουν τρεις διαφορετικές στρατηγικές να ακολουθήσει:

- *Simple toll bypass.* Η λύση αυτή ενδείκνυται όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε IP για να μεταφέρουμε κλήσεις μεταξύ των γραφείων σε ένα εταιρικό δίκτυο. Επειδή δεν απαιτεί αλλαγή PBX, καλωδίωσης και συσκευών, είναι εύκολο να υλοποιηθεί. Επιπλέον, έχει το πλεονέκτημα ότι δε χρειάζεται να ασχοληθούμε με θέματα ενοποίησης με το PSTN.

- *Total IP telephony.* Σ' αυτή την περίπτωση θα πρέπει να αντικαταστήσουμε τις τηλεφωνικές συσκευές με IP τηλέφωνα που συνδέονται κατευθείαν σε θύρες 10BASE-T και υλοποιούν εξυπηρετητές LAN ώστε να παρέχονται οι περισσότερες λειτουργίες ενός PBX.
- *PBX με δυνατότητες IP.* Πρόκειται για τη μέση οδό. Δηλαδή δεν απαιτείται αλλαγή της καλωδίωσης ή των συσκευών, αλλά αναβάθμιση των PBXs ώστε να υποστηρίζουν και να "μιλούν" πρωτόκολλα ιντερνετικής τηλεφωνίας. Αυτό σημαίνει ότι τα PBXs θα βασίζονται σε ιντερνετικές τηλεφωνικές πύλες για να επικοινωνούν με τον έξω κόσμο, εκτός και αν έχουν ενσωματωμένη και αυτή τη δυνατότητα.

Η βασική λειτουργία ενός PBX είναι να συνδέει εισερχόμενες από το PSTN τηλεφωνικές κλήσεις σε συγκεκριμένη επέκταση που συνδέεται με τον καλούμενο (και παρόμοια για τις εξερχόμενες κλήσεις).



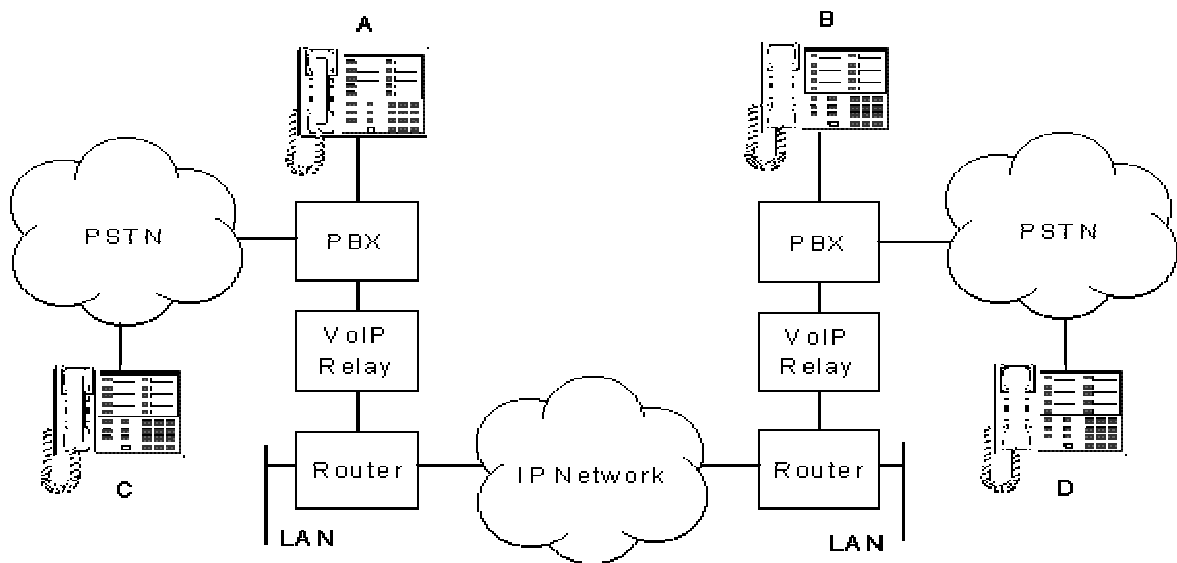
Επίσης, επιφορτίζεται με τη μεταγωγή κλήσεων σε επεκτάσεις άλλων συνδεδεμένων PBXs. Οι διασυνδέσεις ανάμεσα στα PBXs πραγματοποιούνται είτε με μισθωμένα αναλογικά κυκλώματα (tie line) είτε - και αυτή είναι η συνηθέστερη μέθοδος - με κανάλια που παραχωρούνται σε backbone με πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου (Time Division Multiplexing - TDM). Με την τεχνική αυτή το εύρος ζώνης μοιράζεται ανάμεσα στη φωνή και στα άλλα δεδομένα. Το μειονέκτημα, τόσο με τις tie lines όσο και με την TDM, είναι ότι εύρος ζώνης θα πρέπει μόνιμως να παραχωρείται (άρα, και να πληρώνεται) για κάθε κύκλωμα φωνής, ανεξάρτητα αν τα κυκλώματα αυτά δε χρησιμοποιούνται όλη την ώρα.

Μια λύση είναι να μοιράσουμε την κίνηση σε πακέτα (ή "κελιά" ή "πλαίσια", ανάλογα με το δίκτυο), έτσι ώστε όλοι οι τύποι κίνησης να εξυπηρετούνται με τον πιο αποδοτικό τρόπο.

Ας δούμε, λοιπόν, ποια προσέγγιση ακολουθεί η πρώτη στρατηγική.

Simple toll bypass

Εδώ απλώς το PBX αντί να συνδέεται με τις tie lines, συνδέεται με μια ξεχωριστή μονάδα που μετατρέπει τα σήματα φωνής σε μορφή IP. Οι μονάδες αυτές ονομάζονται πύλες (gateways ή relays) και συνδέονται απευθείας με έναν δρομολογητή για μεταφορά πάνω από δίκτυο IP.



Είναι δυνατόν η λειτουργικότητα που προσφέρει μία VoIP πύλη³ να ενσωματωθεί σε ένα PBX ή στο δρομολογητή τον ίδιο. Να μην έχουμε δηλαδή μια ξεχωριστή πύλη.

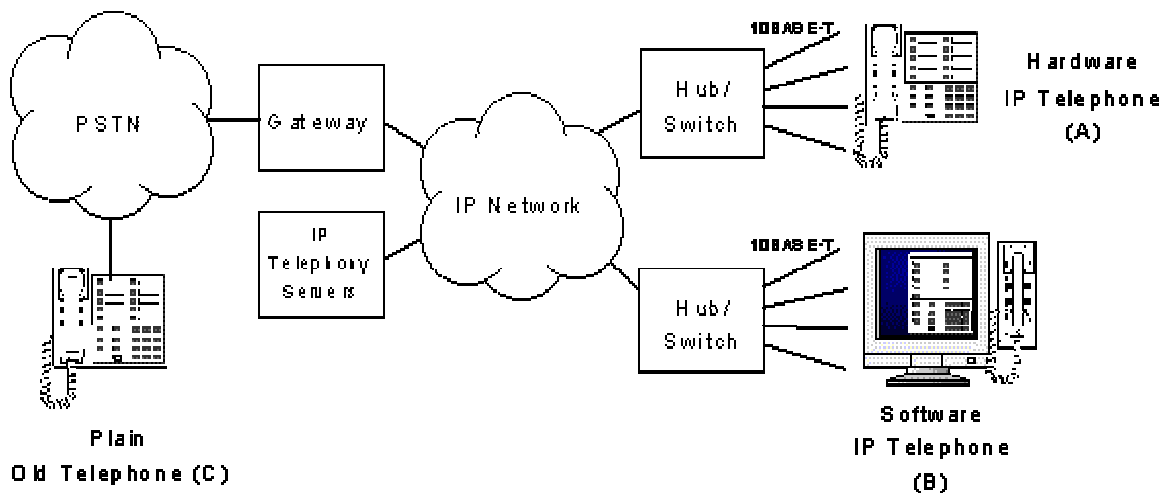
Total IP telephony

Σ' αυτή τη λύση, όλες οι συσκευές του τελικού χρήστη - είτε πρόκειται για προσωπικούς υπολογιστές είτε για τηλέφωνα - συνδέονται στο δίκτυο μέσω συνδέσεων LAN (κυρίως Ethernet). Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι συσκευών του τελικού χρήστη: τα IP τηλέφωνα που υλοποιούνται με λογισμικό και τα IP τηλέφωνα που είναι ξεχωριστές συσκευές. Ειδικά, όσον αφορά το βασισμένο σε λογισμικό IP τηλέφωνο, πρέπει να επισημανθεί ότι μπορεί να είναι είτε συγκεκριμένου σκοπού τηλέφωνο που

³ Ας σημειωθεί ότι το τελευταίο κύμα VoIP πυλών χαρακτηρίζεται από χαμηλό κόστος ανά κανάλι, μεγάλη χωρητικότητα (κυμαίνεται μεταξύ 200 και 700 καναλιών) και ειδικά χαρακτηριστικά.[25] Σ' αυτά εντάσσεται ακόμη και η ευκολία στη διαχείριση με εύχρηστες γραφικές διεπαφές, η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, η δυνατότητα ορισμού bits στα πακέτα VoIP για καθορισμό προτεραιοτήτων κ.ά.[26]

συνδέεται σε μια σειριακή θύρα είτε ένα παραδοσιακό αναλογικό τηλέφωνο που θα τοποθετηθεί σε κάρτα PC ή έναν εξωτερικό υποδοχέα.⁴ (Εννοείται βέβαια ότι θα πρέπει να υπάρχει εγκατεστημένο στη μεριά του πελάτη κατάλληλο λογισμικό που θα υποστηρίζει ιντερνετική τηλεφωνία⁵). Όλες, πάντως, οι προαναφερθείσες συσκευές μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω μιας IP σύνδεσης, ενώ απαραίτητη κρίνεται η παρουσία μιας πύλης ώστε να μπορούν να πραγματοποιηθούν τηλεφωνικές κλήσεις από και προς το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο.

Ειδική αναφορά πρέπει να γίνει για τους εξυπηρετητές που υποστηρίζουν ιντερνετική τηλεφωνία και παρέχουν λειτουργίες εγκατάστασης, ελέγχου των κλήσεων, καθώς και λογιστική παρακολούθηση (billing). Πρόκειται για τους IP telephony servers, οι οποίοι βέβαια κάτω από το πρωτόκολλο H.323 ονομάζονται gatekeepers.



⁴ Όταν πρόκειται να επιλέξει κανείς IP τηλέφωνα, πρέπει να προσέξει:

- Τα τηλέφωνα να υποστηρίζουν κατάλληλα πρότυπα για κωδικοποίηση - αποκωδικοποίηση και σηματοδότηση.
- Ο μηχανισμός με τον οποίο τα τηλέφωνα (τόσο τα βασισμένα στο PC, όσο και αυτά που λειτουργούν ως ανεξάρτητες συσκευές) θα γνωστοποιούν στο δίκτυο τις απαιτήσεις της ποιότητας υπηρεσιών που χρειάζονται.

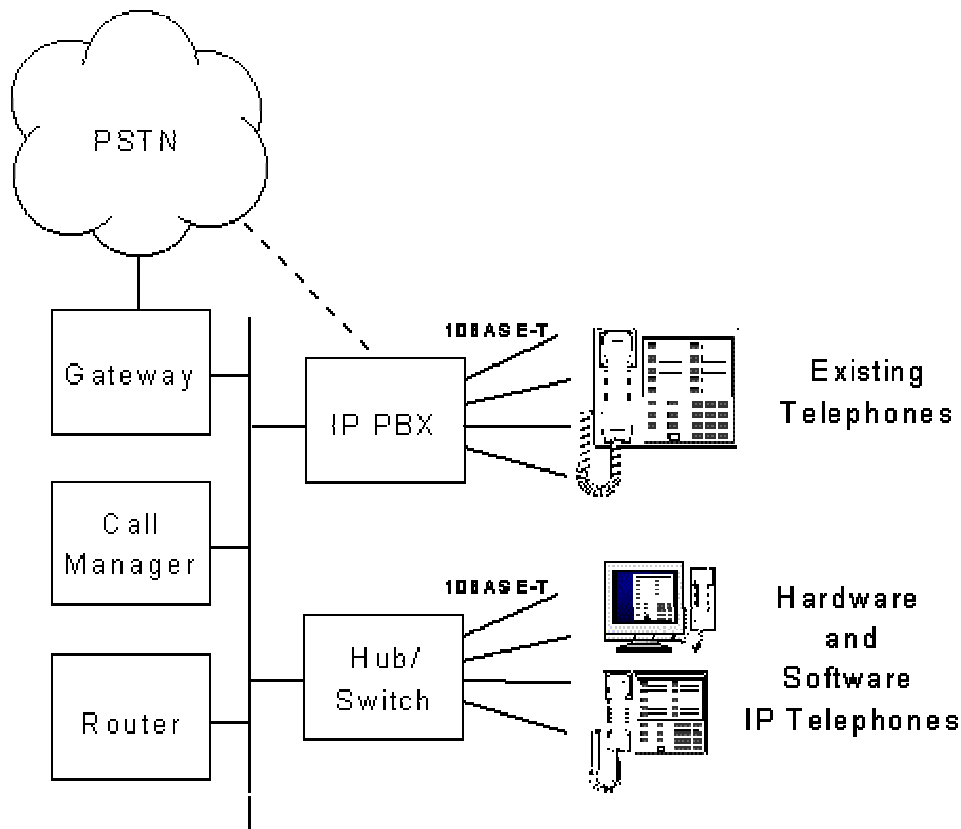
⁵ Το λογισμικό αυτό θα πρέπει να διαθέτει - εκτός των άλλων - και μεθόδους κρυπτογράφησης για την προάσπιση της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας των on-line συζητήσεων.[11]

Ένα ασυνήθιστο πρόβλημα που άπτεται της ασφάλειας ενός εταιρικού δικτύου, αλλά και της δυνατότητας ιντερνετικών τηλεφωνημάτων, έχει σχέση με την παρουσία firewalls στο εταιρικό δίκτυο. Ένα NAT (Network Address Translation) firewall μπορεί μεν να μπλοκάρει αποτελεσματικά επιθέσεις από το Internet κρύβοντας την πραγματική IP διεύθυνση, αλλά δυσχεραίνει τους εξυπηρετητές καταλόγου να βρουν ένα συγκεκριμένο υπολογιστή. [9] Αυτό δημιουργεί ένα δίλημμα: Εάν η IP διεύθυνσή σου είναι γνωστή, υπάρχει χώρος για επιθέσεις. Αλλά, εάν κρύψεις την IP διεύθυνση, δεν μπορούν να σε καλέσουν.[9]

PBX με δυνατότητες IP

Αντί να αντικαταστήσουμε την υπάρχουσα υποδομή σε καλωδίωση και συσκευές, μπορούμε απλώς να αναβαθμίσουμε το PBX ώστε να υποστηρίζει IP τηλεφωνία με τον έξω κόσμο. Μια άλλη λύση είναι να αντικαταστήσουμε το PBX με κάποιο που θα ενσωματώνει IP δυνατότητες. Τότε μιλάμε για IP PBX ή συντομογραφικά "iPBX", προσέγγιση που χρησιμοποιείται συνήθως σε μικρότερα εργασιακά περιβάλλοντα. Συνήθως τα IP PBX είναι NT servers με λογισμικό για τηλεφωνία και κάρτες φωνής.[28] Η ομορφιά ενός τέτοιου συστήματος έγκειται στη δυνατότητα δημιουργίας ενός κατανεμημένου συστήματος.[28] Δηλαδή, τα τηλέφωνα ενός οργανισμού μπορεί να είναι διεσπαρμένα σε μια μεγάλη γεωγραφική περιοχή, αλλά με τη βοήθεια των iPBX να παρέχουν την αίσθηση ότι είναι συνδεδεμένα στο τοπικό PBX.[28]

Στο σχήμα παρουσιάζεται η τρίτη στρατηγική υλοποίησης VoIP δικτύων.



Πλεονεκτήματα της ιντερνετικής τηλεφωνίας

Από την οπτική σκοπιά των ιδιωτών, το όφελος από την αξιοποίηση της τεχνολογίας των IP τηλεφωνικών κλήσεων είναι εμφανές. Για παράδειγμα, μπορεί κανείς με χρέωση αστικής κλήσης (κόστος σύνδεσης με το φορέα υπηρεσιών Internet - ISP) να πραγματοποιήσει κλήση σε σταθερό τηλέφωνο σε ορισμένες, προς το παρόν, περιοχές του κόσμου. [22] Αλλά το μέλλον - και μάλιστα το κοντινό - διαγράφει ευοίωνες προοπτικές για την επέκταση της τεχνολογίας αυτής.

Με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα, πάντως, μπορώ να έχω στην ίδια τηλεφωνική γραμμή, ταυτόχρονη πρόσβαση στο Internet και τόνο κλήσης. Αυτό σημαίνει ότι αν κάποιος μου τηλεφωνήσει ενόσω σερφάρω στο διαδίκτυο, η κλήση θα μπορέσει να περάσει τη dial σύνδεση του δικτύου δεδομένων και να κάνει το PC να με ειδοποιήσει για το εισερχόμενο τηλεφώνημα.[10]

Ο χείμαρρος των βασισμένων στο IP δυνατοτήτων φωνής δεν άφησε ασυγκίνητο και τον κόσμο των κινητών τηλεφώνων, που επίσης δοκιμάζει μια άνευ προηγουμένου άνθιση. Έτσι, πολλές είναι οι εφαρμογές που αξιοποιούν το πρωτόκολλο IP για να στείλουν δεδομένα στους χρήστες της WAP κινητής τηλεφωνίας. Ενδεικτικά, αναφέρουμε ένα πρόγραμμα με το οποίο μεταφέρονται σε μορφή downloads ηχογραφήσεις βιβλίων, περιοδικών και εφημερίδων σε κινητά.[12] Ή ακόμη λογισμικό που δίνει τη δυνατότητα μετατροπής πληροφοριών που είναι κατά βάση οπτικές, όπως είναι ένα λογιστικό φύλλο, σε φωνητική παρουσίαση.

Αλλά και οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί ευεργετούνται από την ιντερνετική τηλεφωνία. Για παράδειγμα, οι εργαζόμενοι μιας επιχείρησης μπορούν - οσοδήποτε μακριά και αν βρίσκονται - να λαμβάνουν μέρος σε ακουστική διάσκεψη, συμβάλλοντας στην αύξηση της παραγωγικότητας, ενώ τα κόστη των υπεραστικών κλήσεων συγκρατούνται.[5] Η πιο δελεαστική, ωστόσο, δυνατότητα του VoIP για περικοπή των δαπανών στις επιχειρήσεις αφορά στα κόστη διαχείρισης των δικτύων.[27] Με απλά λόγια, οι περισσότερες επιχειρήσεις έχουν συνήθως ξεχωριστά τηλεφωνικά δίκτυα και δίκτυα δεδομένων. Η χρήση της ιντερνετικής τηλεφωνίας κάνει εφικτή την ενοποίηση αυτών των δύο και τη διαχείρισή τους με τρόπο ενιαίο.⁶ Ας αφήσουμε, όμως, καλύτερα να "μιλήσουν" οι ίδιες οι εταιρείες και άλλοι μεγάλοι φορείς που υλοποίησαν μεθόδους VoIP.

Ο αμερικάνικος σταθμός Amundsen-Scott South Pole στην Ανταρκτική αντιμετώπιζε σημαντικά προβλήματα και περιορισμούς στην επικοινωνία του με τον υπόλοιπο κόσμο.[23] Δεν υπάρχουν δρόμοι που να οδηγούν στο σταθμό, αλλά και εξαιτίας των εξαιρετικά δυσμενών καιρικών

⁶ Αυτός ο συγκεντρωτισμός της κίνησης σε ένα δίκτυο έχει ασφαλώς και τα μειονεκτήματά του. Τι θα γίνει, για παράδειγμα, όταν προκύψει σφάλμα στο δίκτυο; Πρέπει, επομένως, να έχουμε μια εφεδρική δικτυακή επιλογή.[13]

συνθηκών, καθίσταται αδύνατη η για μακρό χρόνο εργασία κατασκευής μιας τηλεπικοινωνιακής υποδομής. Επιπλέον, απαιτείται ειδικός εξοπλισμός που να αντέχει στις ακραίες συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή.

Η λύση που προτάθηκε και που τελικώς υλοποιήθηκε, ήταν η μεταφορά των τηλεφωνικών κλήσεων μέσω IP, λύση που επέτρεψε σημαντική σμίκρυνση του κόστους. Πιο συγκεκριμένα, το κλειδί στην εγκατάσταση του VoIP δικτύου ήταν η άφιξη στον πόλο τριών δορυφόρων για επικοινωνίες δεδομένων. Ο ένας απ' αυτούς μπορούσε να διαχειριστεί εύκολα Voice over IP πληροφοριακή κίνηση με την αμφίδρομη 1024Kbit/sec αρτηρία δεδομένων (data link). Ο μεταδότης του δορυφόρου (με υποστήριξη 6Mbit/sec) μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση μεγάλων αρχείων γραφικών και δεδομένων από τους αστρονόμους, τους φυσικούς και τους κλιματολόγους που δουλεύουν στο νότιο πόλο. [23] Και ένας ακόμη δορυφόρος επιφορτίστηκε με τη μεταφορά φωνής πάνω από δίκτυα IP.

Τα πράγματα έδειξαν ότι αυτής της μορφής η τηλεφωνία είναι εξαιρετικά αποδοτική. Παλαιότερα, εάν συνέβαινε κάποιο έκτακτο περιστατικό και οι επιστήμονες του σταθμού χρειαζόταν να μιλήσουν με συνάδελφο στις Η.Π.Α ή την Ευρώπη, θα έπρεπε να περπατήσουν περίπου 1 km σε σημείο όπου υπήρχε τηλέφωνο. Συνήθως, μετά έπρεπε να περιμένουν για κάποιο χρονικό διάστημα για να πάρουν είτε σήμα κατελημμένου είτε καθόλου απάντηση. Αντίθετα τώρα, τα τηλεφωνήματα μπορούν να γίνουν από το κτίριο στο οποίο εργάζεται ο καθένας. Και εάν ο καλούμενος απουσιάζει, μπορεί να σταλεί ένα μήνυμα για να τηλεφωνήσει εκείνος. Γενικά, οι επικοινωνίες φωνής αποκτούν ζωτική σημασία όταν υπάρχει ένα τέτοιο επίπεδο ευκολίας.

Ζωτικής σημασίας θεωρείται ο ρόλος των τηλεπικοινωνιών και στην περίπτωση της πολιτείας της Αλάσκα, μιας και είναι μια περιοχή απομακρυσμένη και χωρίς δρόμους. Η πολιτεία αυτή βρήκε το Internet ως το μοναδικό αποτελεσματικό μέσο να φέρει τις κυβερνητικές υπηρεσίες on-line στον πληθυσμό των 630.000 κατοίκων της.[24] Ο τελικός σκοπός είναι να δημιουργηθεί ένα ενιαίο IP δίκτυο δεδομένων και φωνής που θα συνδέει όλα τα κυβερνητικά γραφεία. Από τη στιγμή που φωνή και δεδομένα θα μεταδίδονται στην ίδια γραμμή, θα μειωθούν στο μισό οι τηλεφωνικές συνδέσεις με τα απομακρυσμένα κυβερνητικά γραφεία, γεγονός που συνεπάγεται ευκολότερη διαχείριση και επιδιόρθωση, ακόμη και όταν ο καιρός είναι πραγματικά άσχημος. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή φτάνουν και τα 100mph, προκαλώντας καταρρεύσεις γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος. Η προσδοκία των υπευθύνων είναι ότι ο εξοπλισμός της ιντερνετικής τηλεφωνίας θα μπορεί να διευρύνεται ώστε να χειρίζεται χιλιάδες εισερχομένων και εξερχομένων τηλεφωνικών κλήσεων, αξιόπιστα ή και

καλύτερα ακόμη, από το παραδοσιακό σύστημα μεταγωγής κυκλώματος του τηλεφωνικού δικτύου.[24]

VOICE OVER FRAME RELAY

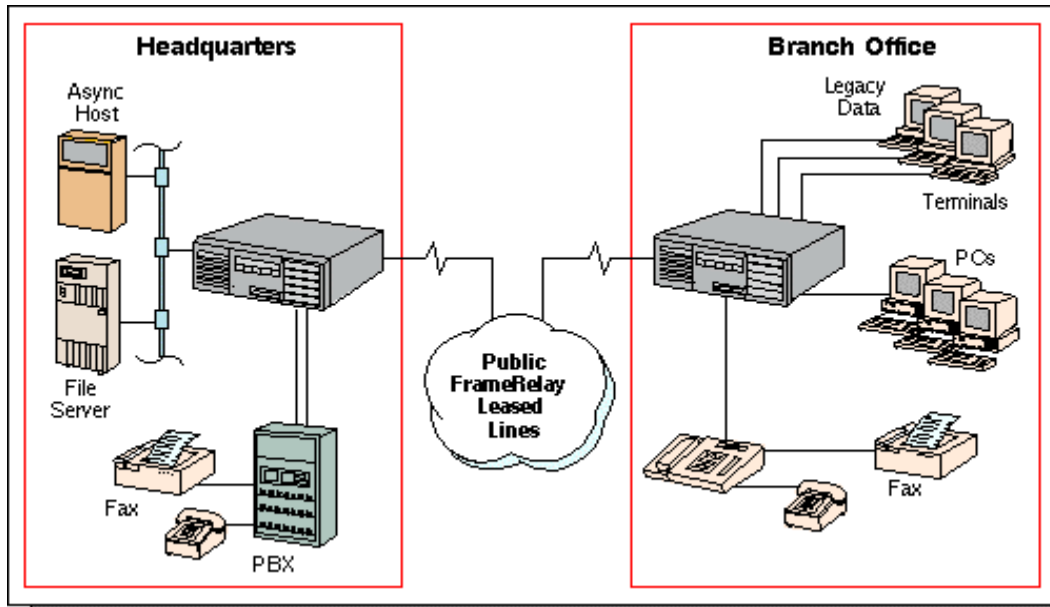
Εισαγωγή στο frame relay

Το frame relay είναι μια μέθοδος μετάδοσης που επιτρέπει την αποστολή δεδομένων σε δίκτυα ευρείας περιοχής. [16] Είναι κατάλληλο για εφαρμογές απαιτητικές σε δεδομένα, συμπεριλαμβανομένης της σύνδεσης απομακρυσμένων LANs. Επίσης, γίνεται δημοφιλές λόγω του ότι αποτελεί μία μέθοδο πρόσβασης στα υψηλών ταχυτήτων ATM δίκτυα.[17] Αυτό που κάνει είναι να διαιρεί το συρμό των δυαδικών δεδομένων (data bit stream) σε μεταβλητού μεγέθους τμήματα που ονομάζονται πλαίσια (frames) και να τα στέλνει στους μεταγωγείς των carriers για να επιτευχθεί η σύνδεση διαφορετικών εταιρικών sites.

Οι παροχείς υπηρεσιών frame relay εκμεταλλεύονται το γεγονός ότι δε θα χρησιμοποιήσουν όλοι οι πελάτες το εύρος ζώνης την ίδια χρονική στιγμή. Έτσι, εγγράφουν ως συνδρομητές περισσότερους πελάτες από αυτούς που οι μεταγωγείς μπορούν να υποστηρίξουν. Το εύρος ζώνης παραχωρείται στο μονοπάτι που συνδέει τα επικοινωνούντα μέρη, μόνο όταν οι συσκευές το χρειαστούν.[18] Με αυτόν τον τρόπο τα κόστη για τους carriers συγκρατούνται και οι τιμές παραμένουν χαμηλές για τους πελάτες. Φαίνεται δε ότι τις περισσότερες φορές η μέθοδος δουλεύει καλά. Η πληροφοριακή ροή πηγαίνει στον προορισμό της, αν και μπορεί να σημειώνονται καθυστερήσεις και μερικά πλαίσια να χάνονται εξαιτίας της υπερφόρτωσης των μεταγωγέων.

Μεταφορά φωνής

Το frame relay είναι σε θέση να υποστηρίξει φωνή, μεταφέροντάς τη μαζί με fax, δεδομένα και κίνηση από LAN, στο ίδιο ενιαίο δίκτυο.[19]



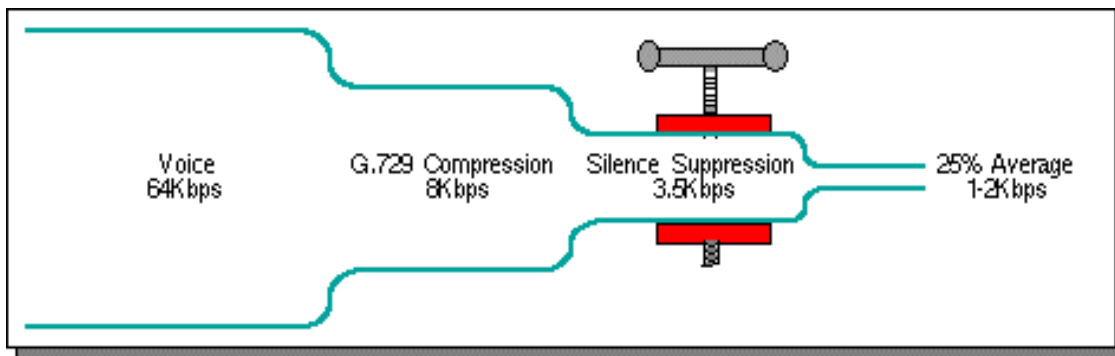
Η αποδοτική μεταφορά φωνής απαιτεί τη διευθέτηση ζητημάτων που σχετίζονται με την καθυστέρηση, τη διαχείριση του εύρους ζώνης, τον έλεγχο συμφόρησης, τον καθορισμό προτεραιοτήτων κ.ά.[15] Η φωνή θα πρέπει να εντάσσεται σε μια διαφορετική κλάση υπηρεσιών ώστε να διασφαλίζεται υψηλή ποιότητα ήχου στις τηλεφωνικές συζητήσεις. Έτσι, δεν είναι αναγκαίο να υπάρχουν διαδικασίες για την ανάνηψη από σφάλματα που παρουσιάζονται κατά τη μεταφορά τηλεφωνικών κλήσεων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εξοικονομούνται κύκλοι επεξεργασίας και εύρος ζώνης, λόγω της μη ύπαρξης αναμεταδόσεων των εσφαλμένων πακέτων.

Αν και η φωνή είναι περισσότερο ανεκτική σε χάσιμο πακέτων σε σχέση με άλλους τύπους δεδομένων, εντούτοις δεν επιδεικνύει παρόμοια ανοχή και στην καθυστέρηση, η οποία πρέπει να κυμαίνεται σε επίπεδα κάτω των 400msec για αποδεκτή ποιότητα. Για να μειωθεί η καθυστέρηση, εφαρμόζονται αλγόριθμοι συμπίεσης της φωνής.

Το τρέχον πρότυπο για συμπίεση φωνής είναι το G.729. Το πλήρες όνομα του αλγορίθμου που υλοποιείται σ' αυτό το πρότυπο του ITU είναι **Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Predictive (CS-ACELP) Coder**. [20] Παρέχει εξαιρετικά υψηλού επιπέδου ποιότητα φωνής και χρησιμοποιεί μόνο 8Kbps εύρους ζώνης.

Η φωνή έχει το χαρακτηριστικό ότι δεν είναι συνεχής, όπως συμβαίνει με τα δεδομένα. Παρουσιάζει χρονικές περιόδους έκρηξης κατά τη διάρκεια που κάποιος μιλά και σημαντικές περιόδους παύσης. Μάλιστα, σύμφωνα με έρευνες, οι περίοδοι παύσης μπορεί να συνιστούν το 60% της συνομιλίας. Αυτό επιτρέπει στη φωνή να υποβληθεί σε περαιτέρω διαδικασίες συμπίεσης και η ποιότητα να αυξηθεί με *silence suppression* και *background noise regeneration*. Με την πρώτη μέθοδο, δεν ψηφιοποιούνται οι παύσεις, ελευθερώνοντας εύρος ζώνης για το κανάλι της φωνής. [20] Με αυτόν τον τρόπο, το κανάλι φωνής καταναλώνει κατά

μέσο όρο 1-2Kbps του εύρους ζώνης, αφήνοντας το υπόλοιπο για την υποστήριξη της κίνησης άλλων τύπων δεδομένων.[14]



Βέβαια, η σημαντική μείωση που επιτυγχάνεται, αντισταθμίζεται απ' το ότι υπάρχει μια αφύσικη παύση ανάμεσα στις εκρήξεις ομιλίας, που γίνεται αντιληπτή από τον ακροατή. Για να εξοικονομήσουμε εύρος ζώνης και να διασφαλίσουμε τη μέγιστη δυνατή ποιότητα φωνής, χρησιμοποιούμε την τεχνική background noise regeneration.[20] Ένα μέρος των παύσεων του ομιλητή στέλνεται κατά μήκος της σύνδεσης και αποθηκεύεται στην εκάστοτε οντότητα που λειτουργεί ως δέκτης. Από εκεί, όταν ανιχνεύεται παύση, αναδημιουργείται το μέρος της παύσης που είναι αποθηκευμένη στο τοπικό σύστημα. Έτσι, δεν χρησιμοποιείται καθόλου εύρος ζώνης για τις παύσεις.

Ένα άλλο σημαντικό θέμα αφορά στον καθορισμό προτεραιοτήτων στα πλαίσια φωνής ώστε να μεταδίδονται χωρίς καθυστέρηση, έναντι άλλων μη ευαίσθητων σε καθυστερήσεις πλαισίων. Η βέλτιστη διαδικασία καθορισμού προτεραιοτήτων θα μπορούσε να είναι:

1. Φωνή (μεγαλύτερη προτεραιότητα)
2. Protocol - sensitive sync (μεσαία -II-)
3. Asynch, LAN (μικρή -II-)

Όταν πολυπλέκουμε διαφορετικούς τύπους δεδομένων, η καθυστέρηση στην ουρά μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα φωνής.[20] Επομένως, είναι σημαντικό να μειώσουμε το χρόνο που τα πακέτα φωνής περνούν στην ουρά για μετάδοση. Και αυτό γίνεται, όταν ελέγξουμε το μέγεθος των χαμηλής προτεραιότητας πακέτων, ώστε να μην υπάρχουν ποτέ πολλά τέτοια δεδομένα στην ουρά πριν από τη φωνή.

Θα κλείσουμε την αναφορά στο Voice over frame relay με το θέμα της ηχούς, ενός φαινομένου που συμβαίνει όταν η φωνή που μεταδίδεται, ανακλάται πίσω στο σημείο από όπου ξεκίνησε. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου το φαινόμενο είναι πολύ ενοχλητικό και χρήζει αντιμετώπισης. Η περισσότερο εκλεπτυσμένη μέθοδος για απάλειψη της ηχούς είναι με έναν echo canceller, ο οποίος και δημιουργεί ένα μαθηματικό μοντέλο της ομιλίας και βάση αυτού, αφαιρεί από το μονοπάτι μετάδοσης την ηχώ.

ΑΝΤΙ ΕΠΙΛΟΓΟΥ

Η μεταφορά φωνής πάνω από διάφορα δίκτυα δεδομένων, παρουσιάζει αναντίρρητα πλεονεκτήματα, πλην όμως υπάρχουν αρκετά θέματα που πρέπει να διευθετηθούν, όπως είναι το ξεκαθάρισμα του τοπίου των προτύπων. Ασφαλώς, επειδή το Internet είναι πανταχού παρόν, φαίνεται να δρέπει τους καρπούς αυτής της παρουσίας και στον τομέα των τηλεφωνικών κλήσεων. Η μερίδα του λέοντος των εφαρμογών τηλεφωνίας υλοποιείται στο IP. Το frame relay, επειδή αποτελεί ένα σκαλοπάτι πριν το ATM και πολλοί το βλέπουν ως μια μεταβατική κατάσταση, δεν έχει κερδίσει αυτό που ίσως του άξιζε. Όπως και να 'χει, το τηλεπικοινωνιακό τοπίο δε θα αργήσει να ξεκαθαρίσει.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 1) <http://netconference.about.com/internet/netconference/library/weekly/a032100a.htm>
- 2) <http://www.networkcomputing.com/netdesign/cti1.html>
- 3) http://www.mot.com/MIMS/ISG/mnd/papers/voice_technologies_for_ip_and_frame_relay_networks.html
- 4) <http://www.networkcomputing.com/netdesign/cti2.html>
- 5) <http://netconference.about.com/internet/netconference/library/weekly/a061798.htm>
- 6) <http://www.networkcomputing.com/netdesign/1109voipfull.html>
- 7) http://www.microlegend.com/tutorials/iptelephony/what_it_voip.php
- 8) <http://www.microlegend.com/tutorials/iptelephony/index.php>
- 9) <http://www.nwfusion.com/newsletters/converg/2000/00228974.html>
- 10) http://www.mot.com/MIMS/ISG/mnd/papers/packet_voice_pdf.html
- 11) <http://netconference.miningco/internet/netconference/library/weekly/a073100a.htm>
- 12) <http://www.soundingboardmag.com/articles/0b1gomob.html>
- 13) <http://www.networkcomputing.com/netdesign/cti5.html>
- 14) <http://www.micom.com/WhitePapers/voicejuly31/voice/bandwidth.html>
- 15) http://www.mot.com/MIMS/ISG/mnd/papers/voice_over_frame_relay_white_paper.html
- 16) <http://www.nwfusion.com/primers/vofrscript.html>
- 17) <http://www.micom.com/WhitePapers/voicejuly31/voice/whatis.html>
- 18) <http://www.micom.com/WhitePapers/voicejuly31/voice/howdoes.html>
- 19) <http://www.micom.com/WhitePapers/voicejuly31/voice/integrating.html>
- 20) <http://www.micom.com/WhitePapers/voicejuly31/voice/lookfor.html>
- 21) S. Keshav, "An Engineering Approach to Computer Networking, ATM Networks, the Internet and the Telephone Network, σελ.9
- 22) Περιοδικό Ram, τεύχος 141, Νοέμβριος 2000, σελ.119
- 23) "Exreme Networking", Network World, March 6, 2000, Volume 17, Number 10
- 24) "Call of the VoIP", Network World, March 6, 2000, Volume 17, Number 10
- 25) "Carrier VOIP Gateways: Sounds Of Success", Voice 2000 BCR's Guide to Emerging Voice Technologies, A SUPPLEMENT TO BUSINESS COMMUNICATIONS REVIEW, September 2000
- 26) "VoIP gateways side by side", Network World, Jun 5, 2000, Volume 17, Number 23
- 27) "THE ROAD TO VoIP, Barriers slow down enterprise implementations", Network World, March 6, 2000, Volume 17,

Number 10

- 28) "Four ways to do VoIP", Network World, March 6, 2000, Volume 17, Number 10
- 29) "The Revenge Of Unified Messaging", Voice 2000 BCR's Guide to Emerging Technologies, A SUPPLEMENT TO BUSINESS COMMUNICATIONS REVIEW, September 2000
- 30) "New forums guide voice/data convergence", Network World, September 4, 2000, Volume 17, Number 36