

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ xDSL Modem

**ΕΚΠΟΝΗΣΗ : ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : κ. ΛΙΟΔΙΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ / ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΜΑΙΟΣ 2001

Πρόλογος

→ Κεφάλαιο 1ο

1.1 Εισαγωγή

1.2 Αναφορά στα δισύρματα καλώδια και βασικά χαρακτηριστικά των ενσύρματων γραμμών.

1.2.1 Δισύρματα Καλώδια

1.3 Βασικά χαρακτηριστικά ενσύρματων γραμμών

1.3.1 Ωμική αντίσταση

1.3.2 Επαγωγική και χωρητική αντίσταση

1.3.3 Σύνθετη αντίσταση

1.3.4 Προσαρμογή σύνθετης αντίστασης

1.4 Τυποποιήσεις χάλκινων καλωδίων

1.5 Παράμετροι Τηλεφωνικών Γραμμών

1.5.1 Εξασθένηση

1.5.2 Παραμόρφωση πλάτους

1.5.3 Παραμόρφωση φάσης (Group Delay)

1.5.4 Αρμονικές

1.5.5 Θόρυβος

1.5.6 Λόγος σήματος προς θόρυβο

1.5.7 Παραδιαφωνία (Crosstalk)

1.5.8 Ηχώ (Echo)

1.5.9 Αστάθεια φάσης (Phase jitter)

1.5.10 Ολίσθηση συχνότητας

1.5.11 Κρουστικές παραμορφώσεις

1.5.12 Κρουστικοί θόρυβοι (Impulse hits)

1.5.13 Στιγμαιαίες μεταβολές φάσης (Phase hits)

1.5.14 Μικροδιακοπές (Drop outs)

1.6 Τεχνολογίες xDSL

1.6.1 Γενικά περί xDSL Τεχνολογιών

1.7 HDSL

1.7.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά της HDSL

1.7.2 Κωδικοποίηση Γραμμής

1.7.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

1.8 ADSL

1.8.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά της ADSL

1.8.2 Κωδικοποίηση Γραμμής

1.8.3 DMT Vs CAP για την ADSL τεχνολογία. Φάσμα:

1.8.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

1.9.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά G.SHDSL

1.9.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

1.10 HDSL2 / G.SHDSL

1.10.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά HDSL2 / G.SHDSL

1.10.2 Πλεονεκτήματα των HDSL/G.SHDSL

1.10.3 Μειονεκτήματα των HDSL2/G.SHDSL

1.11 RADSL και VDSL

1.11.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά

1.12 Σύντομος οδηγός των DSL τεχνολογιών

1.13 Η προοπτικές της DSL στο μέλλον

→ Κεφάλαιο 2ο

2.1 Κατασκευαστικά στοιχεία xDSL Τεχνολογίας

2.1.1 Ορισμός – Γενικά στοιχεία περί AFE σχεδιασμού

2.1.2 Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε στο σχεδιασμό του AFE

2.1.3 Μεταφορά Ισχύος – Σχεδιαστικές Λύσεις

2.1.4 Προβλήματα θορύβου στην εκπομπή και λήψη

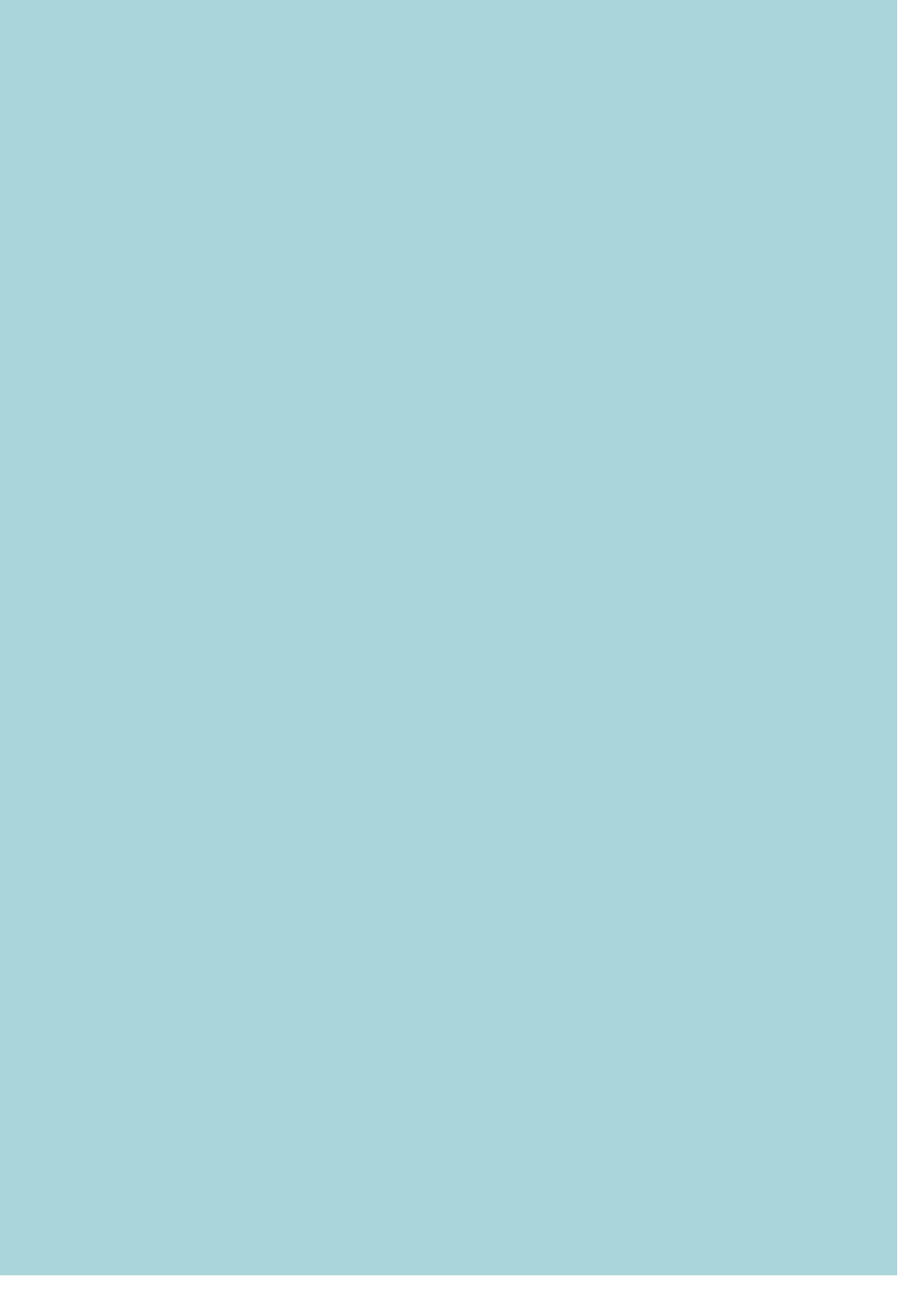
2.2 Πίνακας με κατασκευαστές xDSL Analog-Front-End εξαρτημάτων

2.3 Παράγοντες για την σωστή επιλογή των εξαρτημάτων του συστήματός μας

2.4 Κατασκευαστές και Προϊόντα

2.5 Για ένα σωστό συνδυασμένο αποτέλεσμα απαιτούνται να γίνουν δοκιμές

- 3.1 Τα συστήματα ενός xDSL Δικτύου**
 - 3.1.1 Προσθέτοντας δεδομένα στο παραδοσιακό δίκτυο φωνής.**
 - 3.2 XDSL υπηρεσίες και συστήματα**
 - 3.2.1 Σύστημα μεταφοράς (Transport System)**
 - 3.2.2 Τοπικό Δίκτυο Πρόσβασης (Local Access Network)**
 - 3.2.3 Multiservices Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM)**
 - 3.2.4 DSL Transceiver Unit (ATU-R)**
 - 3.2.5 End-To-End Network Management Component**
 - 3.3 DSL τεχνολογίες και τα χαρακτηριστικά τους σε πίνακες**
 - 3.4 Η DSL συνεργάζεται με τις παλαιότερες υπηρεσίες**
 - 3.4.1 Ιεραρχημένες E1/T1 υπηρεσίες**
 - 3.4.2 IP Υπηρεσίες**
 - 3.4.3 Frame Relay Υπηρεσίες**
 - 3.4.4 Asynchronous Transfer Mode (ATM) υπηρεσίες**
 - 3.5 ATM over XDSL**
-
- Web Links**
 - Τεχνικοί όροι**
 - Αναφορές**



Στην εργασία που παρουσιάζεται γίνεται έρευνα στις νέες τεχνολογίες της ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής (DSL).

Θα αναλύσουμε με την σειρά τους λόγους για την ανάπτυξη της DSL , τον τρόπο λειτουργίας της , τις σημαντικότερες παραλλαγές της με τα χαρακτηριστικά τους , τα χαρακτηριστικά των χάλκινων γραμμών και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στο θόρυβο οι xDSL. Θα συνεχίσουμε με την παρουσίαση Ics διαφόρων κατασκευαστών για την υλοποίηση DSL modem. Μετά θα αναλύσουμε την βασική δομή ενός DSL επικοινωνιακού δικτύου από την πλευρά του Κέντρου έως και την περιοχή του χρήστη και θα τελειώσουμε συζητώντας για την αρμονική συνεργασία της DSL με τις προγενέστερες υπηρεσίες (T1/E1, IP , Frame Relay, ATM).

Τώρα θα γράψω λίγα για την εμπειρία μου από αυτή την εργασία.

Η επιλογή του συγκεκριμένου θέματος μου προτάθηκε από τον καθηγητή κύριο Γεώργιο Λιοδάκη. Ξεκίνησα με επιφύλαξη γιατί το θέμα μου ήταν εντελώς άγνωστο. Στην πορεία όμως γινόταν όλο και πιο ενδιαφέρον για τους λόγους που θα αναφέρω παρακάτω.

Βασικότερος λόγος είναι οι γνώσεις που αποκτάς διερευνώντας αυτήν την τεχνολογία , οι μέθοδοι και οι τεχνικές που χρησιμοποιούμε για μεταδώσουμε απίστευτο όγκο δεδομένων / sec , πάνω από 50 Mbps σε ένα φυσικό μέσον που χρησιμοποιείται 100 και πλέον χρόνια , το χαλκό. Είναι περισσότερο ο αγώνας του ανθρώπου να αντιμετωπίσει το αναλογικό κόσμο , όπως τον χρόνο , την φθορά , τον θόρυβο.

Ένας άλλος λόγος είναι ότι η εργασία έγινε κυρίως με στοιχεία μέσα από το Internet. Καθώς βιβλιογραφία δεν υπάρχει στα Ελληνικά , το Internet ήταν πηγή πληροφοριών για την εργασία. Το ενδιαφέρον είναι εδώ διπλό από την μια είναι το Internet αυτό καθαυτό όπου μπορείς να επικοινωνήσεις με τις διάφορες εταιρίες , τους τεχνικούς και να βρεις τις πληροφορίες που θες και ακόμα περισσότερα. Από την άλλη είναι η ανάγκη που σου δημιουργείται για μεγαλύτερες ταχύτητες , χωρίς κολλήματα , διακοπές και ήταν δυνατό να ήμασταν συνεχώς on-line : είναι κάτι που σου δίνει η DSL και αυτός ήταν ένα λόγος για έρευνα.

Ο άλλος λόγος είναι ότι αφού με ενδιαφέρει πλέον το θέμα με την DSL τεχνολογία και την ανάπτυξη της , θα μπορούσα στο μέλλον να ασχοληθώ επαγγελματικά με το συγκεκριμένο θέμα ή να συνεχίσω την μελέτη και έρευνα για εκπαιδευτικό σκοπό.

Στην έρευνα που έκανα αλλά και στην κατανόηση για την δομή και την ανάπτυξη γενικότερα των διαφόρων τηλεπικοινωνιακών δικτύων και υπηρεσιών , με βοήθησαν σημαντικά οι γνώσεις και η εμπειρία που απέκτησα κατά τη διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης στον Ο.Τ.Ε. Εδώ πρέπει να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και προϊστάμενο μου τότε στον Ο.Τ.Ε κύριο Γιάννη Κρητικάκη για την καθοδήγηση και τις γνώσεις που μου προσέφερε.

παρουσίασης.

Ο λόγος που γράφτηκε στο PowerPoint είναι ότι είναι ένα αρκετά ευέλικτο πρόγραμμα για το συγκεκριμένο σκοπό και το σημαντικότερο μπορείς να δημιουργείς πλαίσια κειμένων χωρίς περιορισμούς και να διαμορφώσεις εύκολα την σελίδα στο δικό σου στυλ. Άλλωστε σου δίνει την δυνατότητα να κάνεις μια αυθεντική παρουσίαση με διαφάνειες.

Προβλήματα αντιμετώπισα στην μετάφραση διαφόρων κειμένων και αυτό γιατί έχουν επικρατήσει διεθνώς ορολογίες στα Αγγλικά που η πιστή μετάφραση τους στα Ελληνικά δεν βγάζει νόημα , ακόμα σε κάποια σημεία η έκφραση του λόγου μπορεί να είναι εκλαϊκευμένη ή απλοϊκή λόγω απειρίας μου στη γραφή λόγου , κυρίως επιστημονικού περιεχομένου. Γι' αυτό θα παρακαλέσω για ανέχεια κατά το διάβασμα σας και κυρίως προσοχή ώστε να γίνουν σωστά αντιληπτές οι διάφορες έννοιες.

Και κλείνω με το να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου , κύριο Γεώργιο Λιοδάκη για την καθοδήγηση και την εμπιστοσύνη του σε μένα , ώστε να πάρω πρωτοβουλίες στην μελέτη , οργάνωση και εγγραφή της εργασίας.

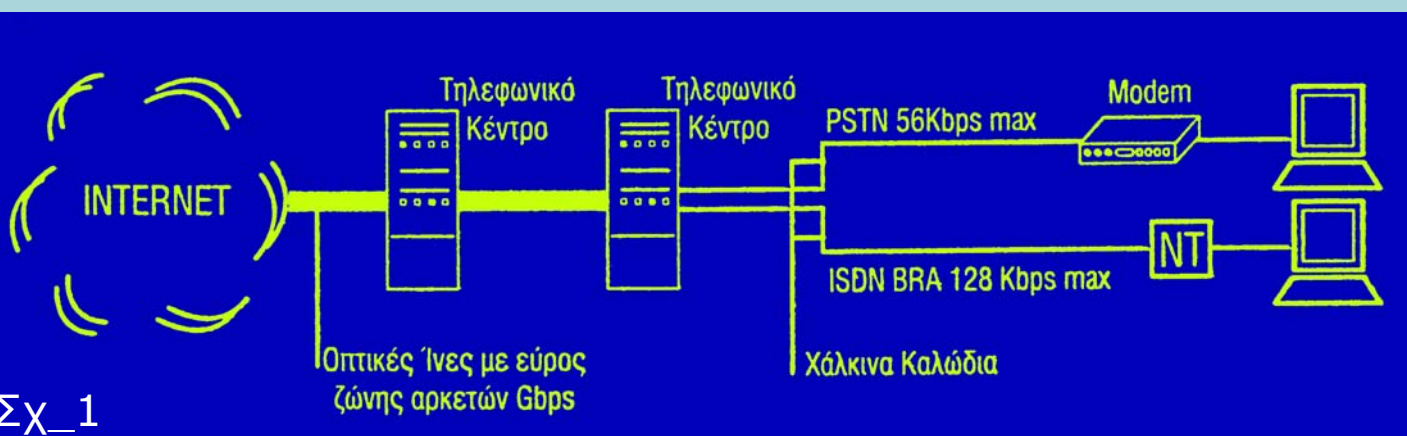
Αφιερώνω την εργασία στους γονείς μου , για την υπομονή τους ... και την αγάπη τους.

Οι ταχύτητες πρόσβασης στο Internet μέσω των υπάρχουσων τηλεφωνικών γραμμών παραμένουν καθηλωμένες σε μεγέθη της τάξης των μερικών δεκάδων Kbps εδώ και χρόνια.

Στη μελέτη που παρουσιάζεται γίνεται επισκόπηση σε μια νέα τεχνολογία, με πολλαπλές παραλλαγές, για την κατασκευή modem η οποία ξεπερνά τα όποια προβλήματα.

Αλλά ας δούμε για λίγο ποια είναι τα βασικά προβλήματα και οι ανάγκες σήμερα και στο μέλλον για μετάδοση φωνής και δεδομένων μέσω του τηλεφωνικού δικτύου.

Είναι ίσως γνωστός ο όρος «τελευταίο μίλι» (Last Mile) με τον οποίο περιγράφουμε την φυσική σύνδεση, π.χ, ενός σπιτιού με το πλησιέστερο τηλεφωνικό κέντρο. Το τελευταίο μίλι, είναι ουσιαστικά το δύσκολο κομμάτι της υπόθεσης, το οποίο ευθύνεται για τους χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων - τουλάχιστον για τις συνδέσεις που απευθύνονται στο ευρύ καταναλωτικό κοινό. Τα κυκλώματα αυτά είναι συνήθως τα γνωστά δισύρματα χάλκινα καλώδια με μορφή συνεστραμένου ζεύγους [[Twisted Pair](#)]. Το πρόβλημα είναι ότι αυτό το μέσο σύνδεσης είναι σχεδιασμένο για τη μετάδοση φωνής. Αυτό έχει ως συνέπεια τη μειωμένη απόδοσή τους κατά την μετάδοση δεδομένων, αφού ο θόρυβος έχει καταστρεπτικές επιπτώσεις σε αυτού του είδους τις συνδέσεις. Αντίθετα στη μεταφορά φωνής η παρουσία του είναι απλώς ενοχλητική. Εν ολίγοις, όλα τα συστήματα πρόσβασης στο Internet που χρησιμοποιούν ως δίαυλο τις τηλεφωνικές γραμμές, σχεδιάζονται με γνώμονα αυτό το γεγονός και τους συμβιβασμούς που πρέπει να γίνουν, έτσι ώστε τα συστήματα να ακολουθούν τις προδιαγραφές αξιοπιστίας που έχουν θεσπιστεί και να έχουμε όσο το δυνατόν αποδεκτά αποτελέσματα. Στο σχ_1 φαίνεται η δομή του κοινού δικτύου πρόσβασης.



Σχ_1

από το τελευταίο μίλι) , τόσο στη χώρα μας όσο και στο εξωτερικό [Βόρεια Αμερική , Κεντρική Ευρώπη] , είναι πλέον αμιγώς ψηφιακό. Τα τηλεφωνικά κέντρα συνδέονται με διαύλους μεγάλου εύρους ζώνης , όπως , για παράδειγμα , με οπτικές ίνες που επιτρέπουν τη μετάδοση αρκετών Gbps ανά σύνδεση. Είναι προφανές , λοιπόν , ότι ο αδύναμος κρίκος της αλυσίδας που μας συνδέει με το διαδίκτυο είναι η πρόσβαση μας στα τηλεφωνικά κέντρα.

Βέβαια όσο το Internet εξαπλώνεται και η τεχνολογία εξελίσσεται , νέες εφαρμογές αναπτύσσονται και είναι δικαιολογημένη η απαίτηση όλο και μεγαλύτερων ταχυτήτων στις συνδέσεις.

Τεχνολογίες όπως η μετάδοση φωνής και εικόνας μέσω του Internet [Voice Over IP , Video Over IP] είναι προβληματικές και σχετικά χαμηλής ποιότητας , αν το χρησιμοποιούμενο μέσο πρόσβασης είναι μια απλή τηλεφωνική γραμμή. Τα πράγματα βελτιώνονται κάπως με το ISDN , αλλά και πάλι όχι τόσο θεαματικά. Μια άλλη λύση θα ήταν η αντικατάσταση των υπάρχοντων χάλκινων καλωδίων με κάποιο άλλο μέσο ευρείας ζώνης [π.χ. Οπτικές ίνες]. Αυτό το σενάριο είναι ακόμα πολύ μακριά από την υλοποίησή του , αφού απαιτούνται τεράστιες επενδύσεις και αναστάτωση (σκάψιμο σε δρόμους και μέσα στα σπίτια) για να φτάσουν οι συνδέσεις αυτές σε κάθε σπίτι.

Κατά συνέπεια , αναζητούνται έξυπνες λύσεις που να λύσουν , έστω και προσωρινά , το πρόβλημα. Στις προηγμένες τεχνολογικά χώρες του δυτικού κόσμου εμφανίζονται πολλές προτάσεις και λύσεις για το συγκεκριμένο θέμα , οι οποίες έχουν λογικό κόστος και προκαλούν την ελάχιστη δυνατή αναστάτωση κατά την εγκατάστασή τους.

Πριν προχωρήσουμε , να τονιστεί ότι αυτές οι τεχνολογίες πρέπει να υποστηρίζουν την άνετη μεταφορά τεράστιου όγκου δεδομένων. Συγκεκριμένα , κατεβάσματα [downloads] της τάξης των 600Mb (π.χ. ένα CD) δεν είναι τερατώδη , αλλά και η παρουσίαση ταινιών σε MPEG-L1 , ρυθμός δεδομένων πάνω από 1Mb/s , καθώς και τη διακίνηση μεγάλου όγκου δεδομένων μεταξύ των χρηστών : όπως αρχεία μουσικής MP3 και WAV ή άλλων δεδομένων συμπιεσμένων σε μορφή αρχείων ZIP των δεκάδων ή εκατοντάδων Mb.

χαρακτηριστικά των ενσύρματων γραμμών

1.2.1 Δισύρματα Καλώδια

Είναι ο απλούστερος κατασκευαστικά τύπος μέσου μετάδοσης. Το μόνο που υπάρχει εδώ είναι δύο σύρματα μονωμένα μεταξύ τους. Συνήθως χρησιμοποιείται για συνδέσεις πολύ κοντινών αποστάσεων και τέτοιους τύπους βλέπουμε και σε συνδέσεις μεταξύ υπολογιστών και περιφερειακών συσκευών.

Σημαντικό πρόβλημα που καθιστά τα καλώδια αυτά μη κατάλληλα για μακρινές αποστάσεις είναι η μεγάλη ευαισθησία που παρουσιάζουν σε περιβάλλον θορύβου. Οι χωρητικές και επαγωγικές συζεύξεις που εμφανίζονται στις παράλληλες οδεύσεις των συρμάτων στο ίδιο καλώδιο, βοηθούν στη συλλογή ανεπιθύμητων σημάτων από γειτονικά σύρματα φαινόμενο που ονομάζεται παραδιαφωνία.

Μια εξελιγμένη μορφή δισύρματων καλωδίων είναι τα συνεστραμένα ζεύγη (*twisted pair*) όπου μονωμένοι αγωγοί είναι συνεστραμένοι μεταξύ τους όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο βασικός λόγος ύπαρξης της συστροφής είναι το ότι αυτή προσφέρει σαφώς μεγαλύτερη αντίσταση στην παρουσία θορύβου. Με τα συνεστραμένα καλώδια ένα σήμα μπορεί να διανύσει αποστάσεις χιλιομέτρων. Αυτό ήταν και το πρώτο μέσο που χρησιμοποιήθηκε από τους Τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς στα τηλεφωνικά δίκτυα.

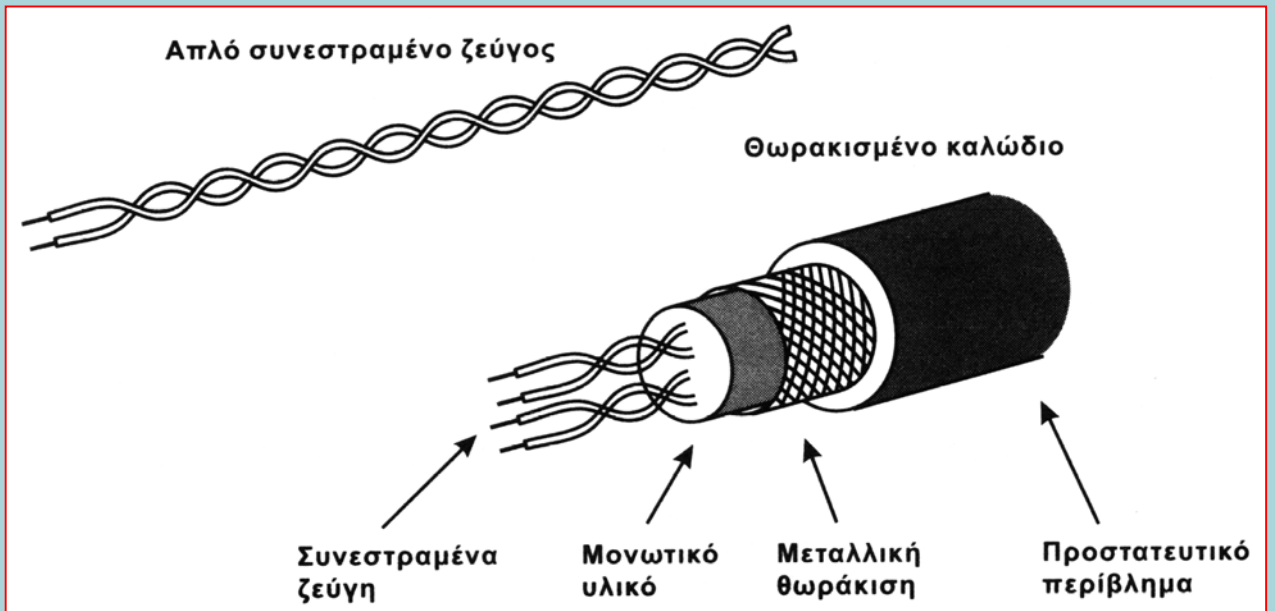
Έχει εύρος ζώνης συχνοτήτων από μερικά KHz έως εκατοντάδες Mhz που εξαρτάται απόλυτα από την διάμετρο και το μήκος των συρμάτων. Όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος τόσο μεγαλύτερο είναι και το εύρος ζώνης. Η απόσβεση του σήματος αυξάνεται στις υψηλές συχνότητες. Είναι εν γένει εύκολο μέσο στην εγκατάσταση του και στην ευκολία που προσφέρει για νέες συνδέσεις και απομάστευση καλωδίων από κεντρικό αγωγό, γι' αυτό και έχει την προτίμηση των τεχνικών στις μέρες μας.

Προκειμένου να αυξήσουμε την αντίσταση των καλωδίων αυτών στον θόρυβο, τα μονώνουμε με εξωτερικό προστατευτικό κάλυμμα, δημιουργώντας τα γνωστά *θωρακισμένα* (shielded) καλώδια.

Η συστροφή των αγωγών μειώνει την επίδραση από θορύβους. Η παραδιαφωνία που είναι θόρυβος που δημιουργείται μεταξύ γειτονικών ζευγών μειώνεται ακόμα περισσότερο, αν τα δύο ζεύγη χρησιμοποιούν διαφορετικό μήκος έλικα συστροφής.

Μέσω των συνεστραμένων καλωδίων μεταδίδουμε αναλογικά σήματα κυρίως στην περιοχή των ακουστικών συχνοτήτων. Μπορούμε επίσης να

αποστάσεις, καθώς τα σήματα αυτά εμφανίζουν σημαντικό αρμονικό περιεχόμενο στις υψηλές συχνότητες οι οποίες αποσβένονται γρήγορα. Ενδεικτικά η απόσβεση συνεστραμένων καλωδίων στις ακουστικές συχνότητες είναι της τάξης του **1 dB** ανά χιλιόμετρο.



Συνεστραμένα καλώδια.

Η βάση των τηλεφωνικών δικτύων είναι τα δισύρματα καλώδια. Εδώ εξετάζουμε τα βασικά χαρακτηριστικά τους που είναι σκόπιμο να γνωρίζει ο ενδιαφερόμενος. Αναλύονται κατά σειρά η ωμική αντίσταση, η επαγωγική και χωρητική αντίσταση (*reactance*) καθώς και η σύνθετη αντίσταση ή άλλως εμπέδηση (*impedance*).

1.3.1 Ωμική αντίσταση

Κάθε καλώδιο εμφανίζει μια ωμική αντίσταση που ανάλογα με το μέγεθος της έχει άμεση επίπτωση στην εξασθένηση των σημάτων. Η εξασθένηση οφείλεται σε απώλεια μέρους της ισχύος του σήματος πάνω στη γραμμή υπό μορφή θερμότητας. Η ωμική αντίσταση μιας γραμμής εξαρτάται από το είδος του υλικού, το μήκος του και την διάμετρο του κάθε καλωδίου. Αυξανόμενου του μήκους του αυξάνει αναλογικά και η αντίσταση του, ενώ αυξανόμενης της διαμέτρου του μειώνεται η αντίσταση που προβάλλει στο ρεύμα. Η αντίσταση μιας καλωδιακής γραμμής συνήθως μετράται ανά μονάδα μήκους, π.χ. σε Ωμ ανά χιλιόμετρο. Στον πίνακα , φαίνεται η ωμική αντίσταση χάλκινων αγωγών διαφόρων διαμετρημάτων.

No	SWG			AWG		
	Φ mm	mm ²	Ωμ/100 m	Φ mm	mm ²	Ωμ/100 m
13	2,34	4,30	0,407	1,83	2,63	0,665
14	2,03	3,24	0,541	1,63	2,08	0,839
15	1,83	2,63	0,665	1,45	1,65	1,060
16	1,63	2,08	0,839	1,29	1,31	1,339
17	1,42	1,58	1,105	1,15	1,04	1,685
18	1,22	1,17	1,497	1,02	0,82	2,142
19	1,02	0,82	2,142	0,91	0,65	2,691
20	0,91	0,65	2,691	0,81	0,52	3,396
21	0,81	0,52	3,396	0,72	0,41	4,298
22	0,71	0,40	4,420	0,64	0,32	5,440
23	0,61	0,29	5,988	0,57	0,26	6,858
24	0,56	0,25	7,105	0,51	0,20	8,567
25	0,51	0,20	8,567	0,45	0,16	11,00
26	0,46	0,16	10,53	0,40	0,13	13,93
27	0,42	0,14	12,63	0,36	0,10	17,19
28	0,38	0,11	15,43	0,32	0,08	21,76
29	0,35	0,10	18,19	0,29	0,07	26,50
30	0,32	0,08	21,76	0,25	0,05	35,65
31	0,29	0,07	26,49	0,23	0,04	42,12
32	0,27	0,06	30,56	0,20	0,03	55,70
33	0,25	0,05	35,65	0,18	0,025	68,77
34	0,23	0,04	42,12	0,16	0,020	87,04
35	0,21	0,036	50,53	0,14	0,015	113,7
36	0,19	0,03	61,72	0,13	0,013	131,8
37	0,17	0,023	77,10	0,11	0,010	184,1
38	0,15	0,018	99,03	0,10	0,008	222,8
39	0,13	0,013	131	0,09	0,006	275,1

(SWG)=
Standard
Wire
Gauge

(AWG)=
American
Wire
Gauge

Τα τηλεφωνικά καλώδια έχουν κατανομημένη επαγωγή κατά μήκος τους και κατανομημένη χωρητικότητα μεταξύ των δύο αγωγών. Εμφανίζουν λοιπόν επαγωγική και χωρητική αντίσταση στη διέλευση των εναλλασσόμενων σημάτων των ακουστικών συχνοτήτων. Η επαγωγική αντίσταση είναι ανάλογη του μήκους του καλωδίου και ανάλογη της συχνότητας του σήματος που εισάγεται στη γραμμή.

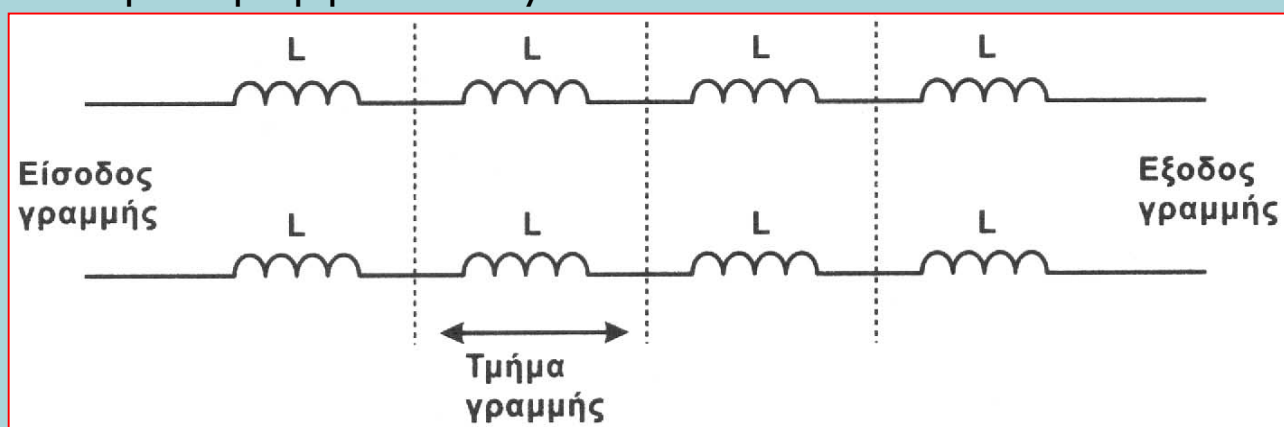
Η επαγωγική αντίσταση R_L , εκφράζεται από τον τύπο:

$$R_L = 2\pi fL$$

Όπου:

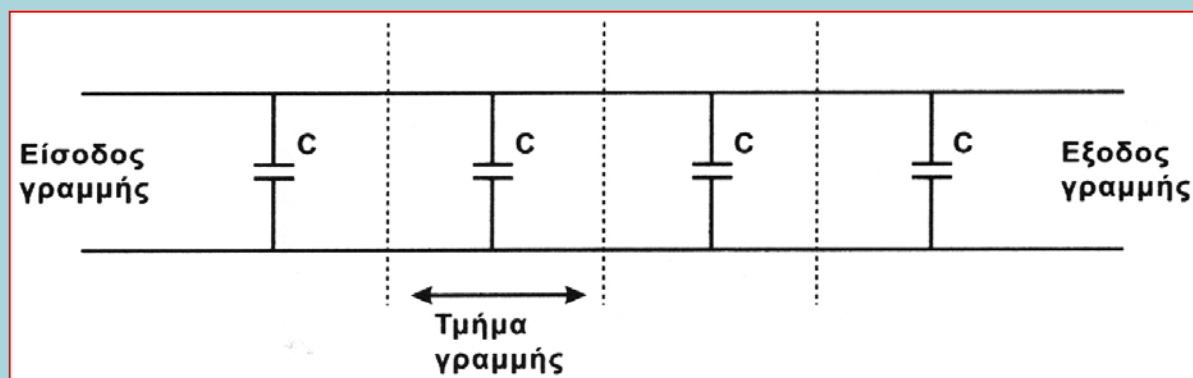
f η συχνότητα του σήματος

L η επαγωγή σε Henry



Κατανομημένη επαγωγή.

Επειδή η επαγωγική αντίσταση R_L αυξάνει αναλογικά με τη συχνότητα παρατηρούμε μεγάλη εξασθένηση στις υψηλές συχνότητες κατά τη μετάδοση. Η χωρητική αντίσταση R_C οφείλεται στη χωρητικότητα που εμφανίζεται μεταξύ των αγωγών. Όπως ένας πυκνωτής αποτελείται από δύο πλάκες – αγωγούς και μια ποσότητα διηλεκτρικού ανάμεσα τους, έτσι και η γραμμή εμφανίζεται σαν πυκνωτής με πόλους τους δυο αγωγούς και διηλεκτρικό το μεταξύ τους μονωτικό υλικό. Το σχήμα δείχνει την κατανομημένη χωρητικότητα της γραμμής.



Κατανομημένη χωρητικότητα.

$$R_c = 1/(2\pi fC)$$

όπου C η χωρητικότητα σε farad.

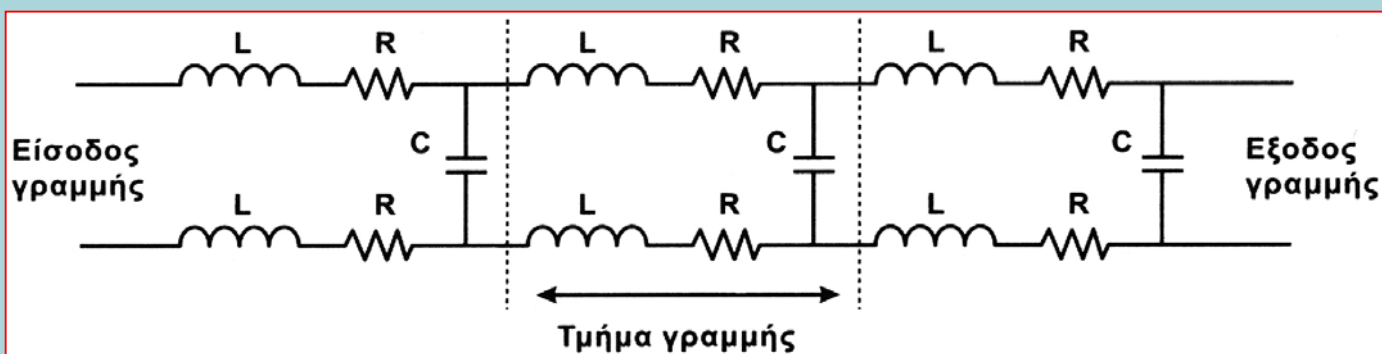
Όπως δείχνει και ο τύπος, αυξανόμενη της συχνότητας η χωρητική αντίσταση μειώνεται. Εκ του γεγονότος ότι η R_c , εμφανίζεται παράλληλα στη γραμμή, στις υψηλότερες συχνότητες του σήματος δημιουργεί μεγαλύτερες αποσβέσεις, όπως και η επαγωγική.

1.3.3 Σύνθετη αντίσταση (impedance)

Η σύνθετη αντίσταση Z της γραμμής είναι στην ουσία ο συνδυασμός ωμικής, επαγωγικής και χωρητικής αντίστασης, μετράται σε Ω και εκφράζεται από τον τύπο:

$$Z^2 = R^2 + (R_L + R_c)^2$$

Στο σχήμα βλέπουμε την συμμετοχή και των τριών στοιχείων ωμικής, επαγωγικής και χωρητικής αντίστασης σε μια δισύρματη γραμμή. Όπως φαίνεται και από τον τύπο, η μικρότερη τιμή της Z εμφανίζεται όταν έχουμε ίσες την χωρητική R_c και την επαγωγική αντίσταση R_L .



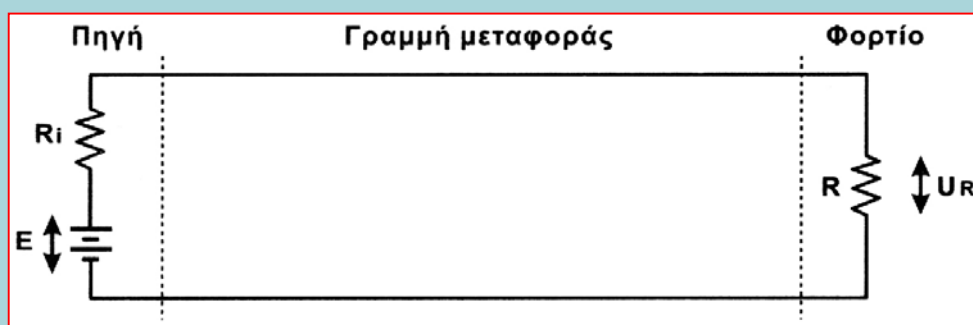
Στοιχεία σύνθετης αντίστασης.

Ένα σημείο που πρέπει να προσέχουμε είναι ότι η σύνθετη αντίσταση εκφρασμένη σε Ω από μόνη της δεν λέει τίποτα, καθώς όπως είπαμε και προηγουμένως σχετίζεται άμεσα με την συχνότητα του σήματος της γραμμής. Έτσι όταν λέμε ότι μια γραμμή έχει σύνθετη αντίσταση 600Ω πρέπει επιπλέον να αναφέρουμε και την αντίστοιχη συχνότητα. Για λόγους τυποποίησης οι σύνθετες αντιστάσεις σε τηλεφωνικά καλώδια μετρώνται για συχνότητα 1000Hz . Κάθε γραμμή έχει τα δικά της χαρακτηριστικά ανάλογα με τις R , R_L και R_c . Η ωμική αντίσταση μιας γραμμής εξαρτάται από το μήκος, την διάμετρο και το υλικό κατασκευής

αντιδρά σε κάθε μεταβολή του μαγνητικού πεδίου γύρω από τον αγωγό και εξαρτάται και αυτή άμεσα από το μέγεθος του σύρματος. Η χωρητικότητα εξαρτάται από το μήκος και τη διάμετρο των αγωγών, την απόσταση μεταξύ των αγωγών και τον τύπο του διηλεκτρικού υλικού που τους διαχωρίζει. Η σύνθετη αντίσταση των τηλεφωνικών γραμμών είναι περίπου 600 Ω ενώ όταν το ίδιο καλώδιο χρησιμοποιείται για μετάδοση υψηλότερων συχνοτήτων (πχ baseband γραμμές) έχει σύνθετη αντίσταση από 100 - 150 Ω.

1.3.4 Προσαρμογή σύνθετης αντίστασης

Η έξοδος του πομπού καθώς και η είσοδος του δέκτη των συσκευών που συνδέονται στις τηλεφωνικές γραμμές, χαρακτηρίζονται από μια σύνθετη αντίσταση. Είναι γνωστό ότι η μέγιστη μεταφορά ισχύος επιτυγχάνεται όταν οι σύνθετες αντιστάσεις των διατάξεων εκπομπής και λήψης είναι ίσες. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι έχουμε προσαρμογή συνθέτων αντιστάσεων.



Προσαρμογή αντιστάσεων.

Απαραίτητη λοιπόν συνθήκη για τη μεγιστοποίηση της ισχύος του σήματος που φθάνει στο δέκτη και στην ελαχιστοποίηση των ανακλάσεων είναι ο πομπός, η τηλεφωνική γραμμή και ο δέκτης να διαθέτουν ίσες σύνθετες αντιστάσεις. Για να δούμε καλύτερα το γιατί χρειάζεται η προσαρμογή των σύνθετων αντιστάσεων, ας δούμε ένα απλό παράδειγμα σύνδεσης ενός πομπού και ενός δέκτη. Αν η τάση στην πηγή είναι $E = 6V$ και οι αντιστάσεις R και $R_i = 600\Omega$, τότε στο δέκτη η τάση είναι:

$$U_R = ER / (R + R_i) = 6 \times 600 / 1200 = 3V$$

Η ισχύς του σήματος στον δέκτη είναι $P = U_R^2 / R = 15 \text{ mW}$.

Εστω τώρα ότι αλλάζουμε την τερματική αντίσταση του δέκτη και την κάνουμε 300 Ω. Τότε η τάση στον δέκτη U_R θα είναι:

$$ER / (R + R_i) = 2 \text{ V}$$

και η ισχύς αντίστοιχα $P = 13,2 \text{ mW}$ που σημαίνει ότι μειώθηκε. Αν τώρα αυξήσουμε την τερματική αντίσταση του δέκτη στα 900 Ω, η τάση στον

$P = 14\text{mW}$ που σημαίνει ότι πάλι μειώθηκε. Είτε λοιπόν αυξάνουμε την τερματική αντίσταση μιας γραμμής, είτε την μειώνουμε η ισχύς στον δέκτη είναι μικρότερη από την τιμή που έχει όταν οι δύο αντιστάσεις είναι ίσες. Τέλος επαναλαμβάνουμε για άλλη μια φορά ότι οι σύνθετες αντιστάσεις εξαρτώνται από την συχνότητα του σήματος.

1.4 Τυποποιήσεις χάλκινων καλωδίων

Λόγω του ότι τα συνεστραμένα χάλκινα καλώδια έχουν μεγάλα πρακτικά πλεονεκτήματα, όπως η ευκολία εγκατάστασης, η γνώση χρήσης τους από τους τεχνίτες, και το κόστος, τα τελευταία χρόνια γίνεται μια προσπάθεια για επέκταση της χρήσης τους σε αντικατάσταση των εξειδικευμένων ομοαξονικών, διαξονικών κλπ καλωδίων σε συγκεκριμένες εφαρμογές. Η αντικατάσταση αυτή γίνεται με συγκεκριμένα κάθε φορά χάλκινα καλώδια. Μάλιστα ο στόχος είναι να γίνεται χρήση των αθωράκιστων συνεστραμένων καλωδίων (UTP, Unshielded Twisted Pair) καθώς είναι φθηνότερα και πιο εύκολα στην εγκατάσταση τους από τα θωρακισμένα (STP, Shielded Twisted Pair), που χρησιμοποιούνται όμως σε ειδικές περιπτώσεις, όπως αυτές με επιβάρυνση θορύβου στο περιβάλλον εγκατάστασης τους.

Προκειμένου να αποφευχθεί η πανσπερμία λύσεων και τύπων καλωδίων, καθιερώθηκαν κάποιες τυποποιήσεις κατά πρώτον από την EIA/TIA (Electronic/Telecommunication Industry Association).

Η τυποποίηση EIA/TIA – 568 αναφέρεται στη χρήση συνεστραμένων καλωδίων για ευρεία τηλεπικοινωνιακή χρήση.

1.5 Παράμετροι Τηλεφωνικών Γραμμών

Η συμπεριφορά των τηλεφωνικών γραμμών προσδιορίζεται από παραμέτρους που επηρεάζουν κατά τον ένα ή τον άλλο βαθμό τη μετάδοση δεδομένων. Στη συνέχεια εξετάζουμε τις σημαντικότερες από αυτές που είναι:

- Εξασθένηση σήματος
 - Παραμόρφωση πλάτους
 - Παραμόρφωση φάσης
 - Αστάθεια φάσης
 - Ολίσθηση συχνότητας
 - Κρουστικές παραμορφώσεις
 - Κρουστικός θόρυβος
- (Phase hit
Gain hit
Drop out)

Πολλές από αυτές έχουν μικρή ή καμία επίδραση στη μετάδοση φωνής, παίζουν όμως σημαντικότατο ρόλο στη μετάδοση δεδομένων. Για παράδειγμα μια μικρή ολίσθηση συχνότητας δεν γίνεται αντιληπτή στην τηλεφωνική επικοινωνία , ενώ μπορεί να δημιουργήσει ανυπέρβλητα εμπόδια στη μετάδοση data.

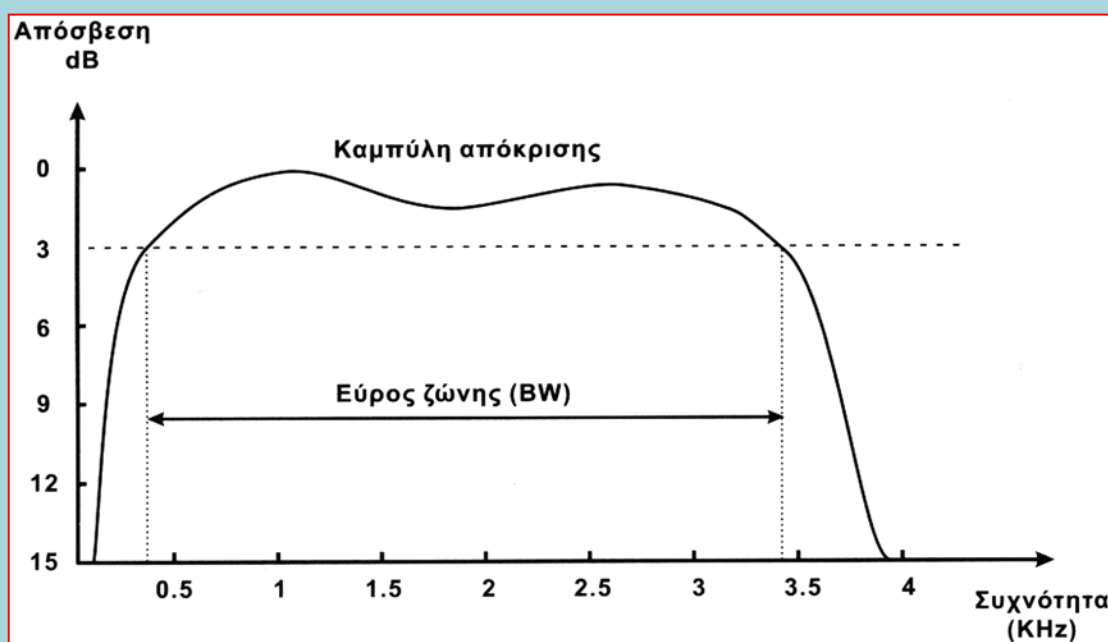
1.5.1 Εξασθένηση

Ως εξασθένηση ορίζουμε το λόγο της ισχύος του σήματος στο δέκτη προς την ισχύ στον πομπό. Μετράται σε dB όπως περιγράψαμε προηγουμένως και με συχνότητα αναφοράς τα 1Khz . Η εξασθένηση στις baseband γραμμές εξαρτάται από το μήκος και τη διάμετρο των καλωδίων, ενώ στις voiceband επηρεάζεται επιπλέον από τις διατάξεις μετάδοσης που χρησιμοποιούνται. Συνήθως οι απωσβέσεις των voiceband γραμμών δεν ξεπερνούν τα 15 dB.

Σε μια τηλεφωνική γραμμή παρατηρούμε ότι όλες οι συχνότητες δεν εξασθενούν το ίδιο. Στο σχήμα φαίνεται μια τυπική καμπύλη εξασθένησης (σε dB ανά χιλιόμετρο) σε σχέση με τη συχνότητα.

Τα σήματα μετάδοσης *data* που εισάγουμε σε μια γραμμή κατέχουν ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων, αποτελούνται δηλαδή από πολλές συχνότητες. Σε γραμμές που παρουσιάζουν ανομοιόμορφη απόσβεση στις διάφορες συχνότητες, το σήμα λήψης εξέρχεται παραμορφωμένο. Η παραμόρφωση αυτή ονομάζεται παραμόρφωση πλάτους (*amplitude distortion*).

Οι voiceband τηλεφωνικές γραμμές παρουσιάζουν συνήθως μεγαλύτερη απόσβεση στις δύο ακραίες περιοχές συχνοτήτων. Σαν εύρος ζώνης της γραμμής ορίζεται η περιοχή συχνοτήτων που η απόσβεση είναι μικρότερη από 3 dB.



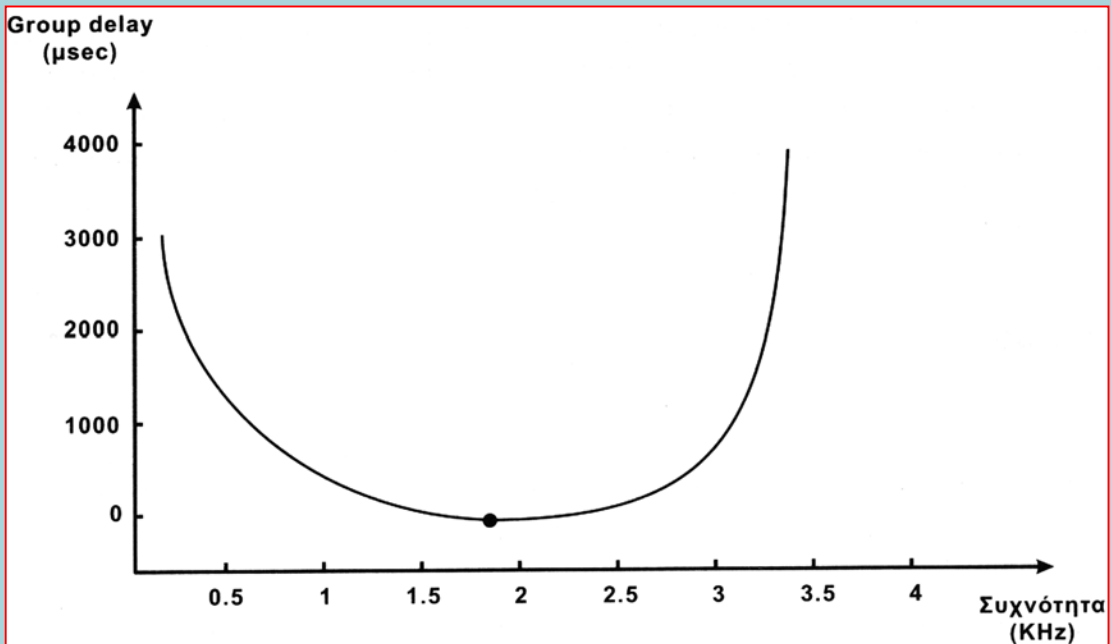
Εξασθένηση συναρτήσει της συχνότητας.

1.5.3 Παραμόρφωση φάσης (Group Delay)

Ένα σήμα προκειμένου να μεταφερθεί από την μια στην άλλη άκρη της γραμμής απαιτεί κάποιο χρόνο, δεν φθάνει ακαριαία. Το πρόβλημα δημιουργείται όταν η καθυστέρηση αυτή είναι διαφορετική για τις διάφορες συχνότητες του σήματος. Άλλες συχνότητες φθάνουν νωρίτερα και άλλες αργότερα με αποτέλεσμα την παραμόρφωση του σήματος στην έξοδο της γραμμής. Η παραμόρφωση αυτή ονομάζεται παραμόρφωση φάσης και είναι γνωστή και ως *Group Delay* ή *Envelope Delay Distortion*.

Στο σχήμα φαίνεται η διαφορετική συμπεριφορά της γραμμής στην καθυστέρηση μετάβασης της κάθε συχνότητας. Σαν βάση μέτρησης συνήθως

Ο κατακόρυφος άξονας εκφράζει τη διαφορά του χρόνου άφιξης των διαφόρων συχνοτήτων σε μsec σε σχέση με αυτόν των 1800 Hz. Παρατηρείστε ότι η παραμόρφωση φάσης είναι έντονη στα άκρα του εύρους ζώνης. Η παραμόρφωση φάσης αντιμετωπίζεται με κατάλληλους ισοσταθμιστές.



Παραμόρφωση φάσης

1.5.4 Αρμονικές

Διάφορα ηλεκτρονικά κυκλώματα των διατάξεων μετάδοσης όπως είναι οι ενισχυτές και οι διαμορφωτές, εκτός από το σήμα πληροφορίας εμφανίζουν στην έξοδο τους και κάποιες αρμονικές του, δηλαδή σήματα με διπλάσια, τριπλάσια και εν γένει ακέραια πολλαπλάσια της συχνότητας του. Το φαινόμενο καλείται *har* μια και το σήμα εξόδου δεν έχει γραμμική σχέση με το σήμα εισόδου.

Συστήματα μετάδοσης που υποφέρουν από έλλειψη γραμμικότητας, δημιουργούν επιπλέον ενδοδιαμορφώσεις στο σήμα με αποτέλεσμα την εμφάνιση νέων σημάτων, με συχνότητες αθροίσματα και διαφορές των συχνοτήτων του σήματος εισόδου. Οι αρμονικές αυτές αν έχουν ικανή ισχύ μπορούν να παραμορφώσουν τα σήματα, γι' αυτό με κάθε τρόπο πρέπει να διατηρούνται σε πολύ χαμηλές στάθμες σε σχέση με το σήμα.

1.5.5 Θόρυβος

Θόρυβος είναι κάθε ανεπιθύμητο σήμα που επηρεάζει και παραμορφώνει το χρήσιμο σήμα πληροφορίας. Η μέτρηση του θορύβου έχει αξία να

σήμα πληροφορίας. Οι κυριότερες πηγές θορύβου στις τηλεφωνικές γραμμές είναι:

Παραδιαφωνία που προέρχεται από γειτονικά ζεύγη καλωδίων.

Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές (EMI - Electromagnetic Interference).

Δημιουργούνται από γραμμές τροφοδοσίας συσκευών τέτοιων όπως είναι οι κινητήρες, τα ψυγεία, οι λυχνίες φθορισμού που ευρίσκονται κοντά στις γραμμές του τηλεφωνικού δικτύου.

Παρεμβολές ραδιοσυχνοτήτων (RFI Radio Frequency Interference). Προέρχονται από έντονα ηλεκτρομαγνητικά πεδία κεραιών εκπομπής π.χ. ραδιοφωνίας και τηλεόρασης.

Ενδογενής θόρυβος που προέρχεται από ατελή συμπεριφορά των διατάξεων μετάδοσης του τηλεφωνικού δικτύου, θερμικοί και άλλοι θόρυβοι των ενισχυτών και των μέσων πολύπλεξης, θόρυβος κβαντισμού των PCM, θόρυβοι λόγω κακής γραμμικής συμπεριφοράς ανήκουν στην κατηγορία αυτή.

Η απόλυτη στάθμη του θορύβου μετράται σε dBm όπως ακριβώς και η στάθμη του χρήσιμου σήματος. Η απλή μέθοδος μέτρησης της απόλυτης στάθμης του θορύβου επιτυγχάνεται με τη σύνδεση του κατάλληλου οργάνου μέτρησης στην πλευρά του δέκτη. Η άκρη της γραμμής από την πλευρά του εκπομπού πρέπει απλώς να είναι τερματισμένη στη χαρακτηριστική της αντίσταση, χωρίς να υπάρχει σήμα εκπομπής. Η μέθοδος αυτή υστερεί στο ότι δεν ανιχνεύει θορύβους που δημιουργούνται από τις διατάξεις μετάδοσης με την παρουσία σήματος εκπομπής.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού χρησιμοποιείται η μέθοδος μέτρησης με φίλτρο απορρόφησης (Notched Filter). Κατ' αυτήν ο πομπός στέλνει χαρακτηριστικό σήμα συχνότητας 1 KHz στη γραμμή ώστε να ενεργοποιηθούν οι διατάξεις ενίσχυσης του τηλεπικοινωνιακού φορέα. Στην πλευρά του δέκτη τοποθετείται πριν από το όργανο μέτρησης της στάθμης, απορροφητικό φίλτρο μεγάλης απόσβεσης και στενής ζώνης συχνοτήτων, συντονισμένο επίσης στο 1 KHz που απορροφά επιλεκτικά τη συχνότητα αυτή. Με τον τρόπο αυτό μετρώνται και οι θόρυβοι που δημιουργούνται λόγω ενδοδιαμόρφωσης, κακής γραμμικότητας ή υπερφόρτωσης των ενισχυτών του τηλεφωνικού δικτύου παρουσία του σήματος.

Πολλές φορές πριν από το όργανο μέτρησης της στάθμης του θορύβου παρεμβάλλονται κατάλληλα ζωνοπερατά φίλτρα που περιορίζουν το μετρούμενο φάσμα συχνοτήτων σε μια επιθυμητή για την εφαρμογή

Φίλτρο (psophometric filter), που έχει απόκριση συχνοτήτων αντίστοιχη με αυτή του ανθρώπινου αυτιού. Έτσι στην έξοδο του ψοφομετρικού φίλτρου μετρώνται μόνο οι θόρυβοι που παρενοχλούν την τηλεφωνική ακρόαση. Αξίζει να σημειωθεί ότι η λέξη ψόφος είναι αρχαία Ελληνική και σημαίνει θόρυβος.

Όταν χρησιμοποιείται τέτοιο φίλτρο η στάθμη του θορύβου εκφράζεται σε dBmp. Το ψοφομετρικό φίλτρο έχει συχνότητα μηδενικής απόσβεσης τα 800 Hz (συχνότητα αναφοράς) και έχει υιοθετηθεί από την CCITT. Στην Αμερική έχει επικρατήσει ένα λίγο διαφορετικό φίλτρο (το C-Message) με συχνότητα μηδενικής απόσβεσης το 1 KHz. Οι μετρήσεις θορύβου εκεί γίνονται σε σχέση με τη στάθμη του 1 pW (-90 dBm) και εκφράζονται σε dBm. Έτσι τα 0 dBm αντιστοιχούν σε 90 dBm ενώ τα -20 dBm σε 70 dBm. Με χρήση των dBm προκύπτουν στην πράξη σχεδόν πάντα θετικές μονάδες μέτρησης. Όταν χρησιμοποιείται επιπλέον το φίλτρο C-Message ή C-notch τότε οι μετρήσεις εκφράζονται σε dBmc.

1.5.6 Λόγος σήματος προς θόρυβο

Στην πράξη το ενδιαφέρον υπάρχει στη σχετική στάθμη του σήματος πληροφορίας ως προς τη στάθμη του θορύβου. Η παράμετρος αυτή ονομάζεται *λόγος σήματος προς θόρυβο* (S/N Signal to Noise ratio) και μετράται σε dB. Σε συνήθειες γραμμές τηλεφωνίας, λόγος σήματος προς θόρυβο μικρότερος από 20 dB θεωρείται κακός για μετάδοση data ενώ πάνω από 30 dB είναι ικανοποιητικός.

Ο λόγος σήματος προς θόρυβο συνήθως εκφράζεται σε dB, είναι λόγος ισχύων και μπορεί να βγει αφαιρώντας τη στάθμη του θορύβου (σε dBm) από τη στάθμη του σήματος (σε dBm).

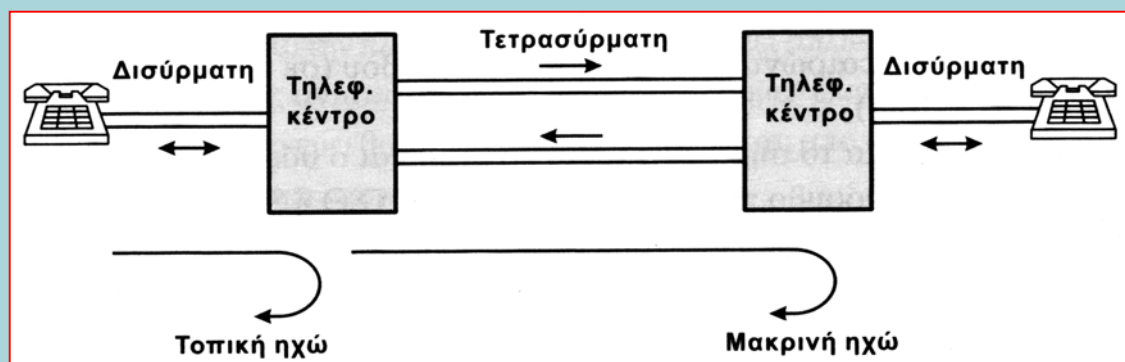
Αν για παράδειγμα το σήμα έχει ισχύ -20 dBm και ο θόρυβος -38 dBm τότε ο λόγος σήματος προς θόρυβο που σύντομα γράφεται ΛΣΘ ή S/N, είναι $-20 - (-38) = 18$ dB. Ο λόγος σήματος προς θόρυβο όπως θα δούμε και στη συνέχεια είναι μια από τις ουσιαστικότερες παραμέτρους που επιδρούν στην αξιοπιστία της μετάδοσης δεδομένων.

Η παράλληλη όδευση δυο γειτονικών γραμμών, συχνά δημιουργεί λόγω επαγωγικής ή χωρητικής σύζευξης την ανεπιθύμητη εμφάνιση ενός ποσοστού του σήματος της μίας γραμμής στην άλλη. Το φαινόμενο αυτό στην τηλεφωνία είναι γνωστό ως παραδιαφωνία. Πολλές από τις συνακροάσεις του τηλεφωνικού δικτύου οφείλονται στην παραδιαφωνία. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος χρησιμοποιούνται συνεστραμενα ζεύγη καλωδίων με διαφορετικό βήμα συστροφής ανά ζεύγος.

Η παραδιαφωνία μετράται σε (dB καθώς εκφράζει το λόγο του κύριου σήματος της μιας γραμμής προς το εξ επαγωγής δημιουργούμενο σήμα της διπλανής γραμμής. Το επαγόμενο σήμα θεωρείται θόρυβος και μετράται σε dBm. Ο εκ παραδιαφωνίας θόρυβος είναι ανάλογος της στάθμης του σήματος της γειτονικής γραμμής. Για το λόγο αυτό η ITU-T έχει θεσπίσει τα 0 dBm ως μέγιστη στάθμη εκπομπής. Πολλές φορές σε περιπτώσεις γειτνίασης κοινών τηλεφωνικών γραμμών με γραμμές μετάδοσης data, δημιουργείται έντονο πρόβλημα παραδιαφωνίας εξ αιτίας των επιλογικών παλμών του τηλεφωνικού δικτύου, που έχουν μεγάλο πλάτος, της τάξης των 48 ή 60 Volt.

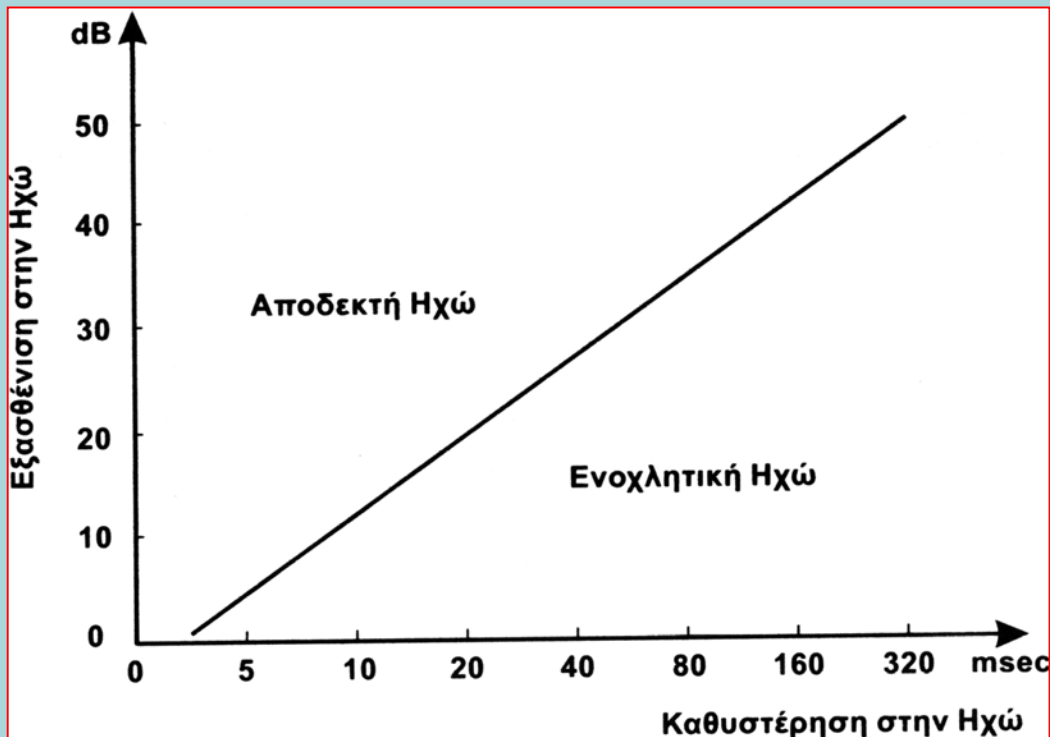
1.5.8 Ηχώ (Echo)

Είναι το φαινόμενο που παρατηρούμε καμιά φορά στο τηλέφωνο όταν ξανακούμε τη φωνή μας μετά από λίγο. Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο παρατηρούνται ανακλάσεις και επιστροφές του εκπεμπόμενου σήματος σε ένα ζεύγος τηλεφωνικών γραμμών. Η ηχώ δημιουργείται από ανακλάσεις όταν έχουμε ξαφνικές αλλαγές στη σύνθετη αντίσταση (impedance) μιας γραμμής, όπως στις περιπτώσεις κακής προσαρμογής μεταξύ γραμμών. Παράδειγμα κακής προσαρμογής που είναι αιτία αυτού του φαινομένου, είναι η σύνδεση δύο γραμμών διαφορετικής σύνθετης αντίστασης, ως πούμε ενός ομοαξονικού και ενός συνεστραμένου καλωδίου ή συνεστραμένων διαφορετικής διαμέτρου.



Ανακλάσεις σημάτων

γραμμών σε τετρασύρματες όπως στα φερέσυχνα (πάνω σχήμα). Στην τηλεφωνία η ηχώ που δημιουργείται σε μικρή απόσταση από το συνδρομητή δεν γίνεται αντιληπτή. Αντίθετα είναι παρατηρήσιμη και ενοχλητική αυτή που δημιουργείται σε μεγάλες αποστάσεις όπως στις υπερατλαντικές και δορυφορικές συνδέσεις. Στο σχήμα φαίνεται το όριο της ενοχλητικής για το αυτί ήχους ανάλογα με την καθυστέρηση της ανάκλασης.

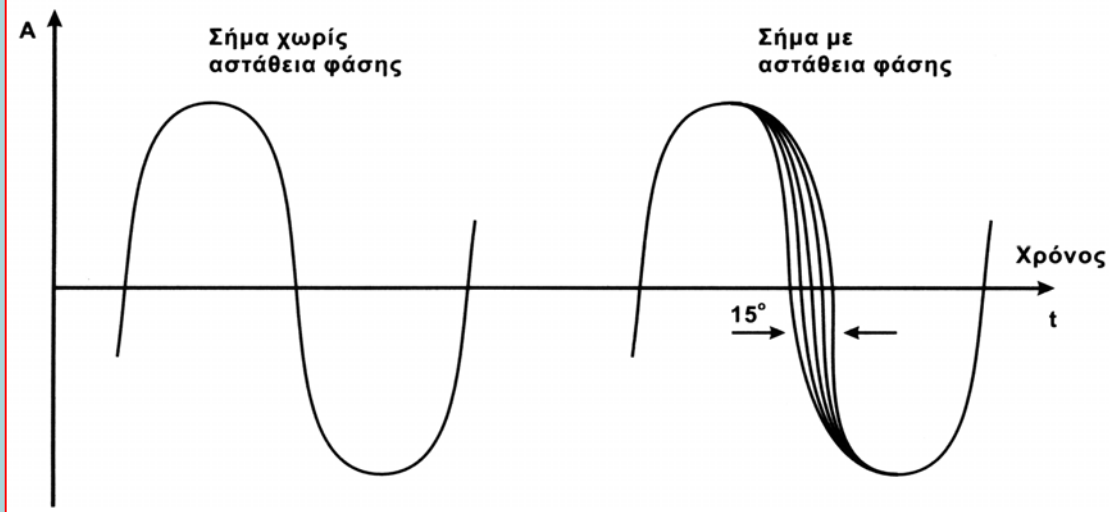


Αποδεκτή ηχώ

1.5.9 Αστάθεια φάσης (Phase jitter)

Πολλές φορές παρατηρείται το φαινόμενο το σήμα λήψης να παρουσιάζει μία αστάθεια στη φάση του (βλέπε σχήμα). Η αστάθεια αυτή δημιουργείται από ενδοδιαμορφώσεις με χαμηλές κυρίως συχνότητες, όπως τα 50 Hz της παροχής του ρεύματος και τα 25 Hz του σήματος κουδουνισμού της τηλεφωνίας. Η αστάθεια φάσης δημιουργεί προβλήματα κυρίως στις μεταδόσεις data με διαμόρφωση φάσης

DPSK, OAM κλπ. Η μονάδα που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της αστάθειας φάσης είναι οι μοίρες. Σημειωτέον ότι 360 μοίρες εκφράζουν μια πλήρη περίοδο του λαμβανομένου σήματος. Για τηλεφωνικές γραμμές μετάδοσης α&1& η ITU-T συνιστά η αστάθεια φάσης να μην ξεπερνά τις 10°.



Αστάθεια φάσης

1.5.10 Ολίσθηση συχνότητας

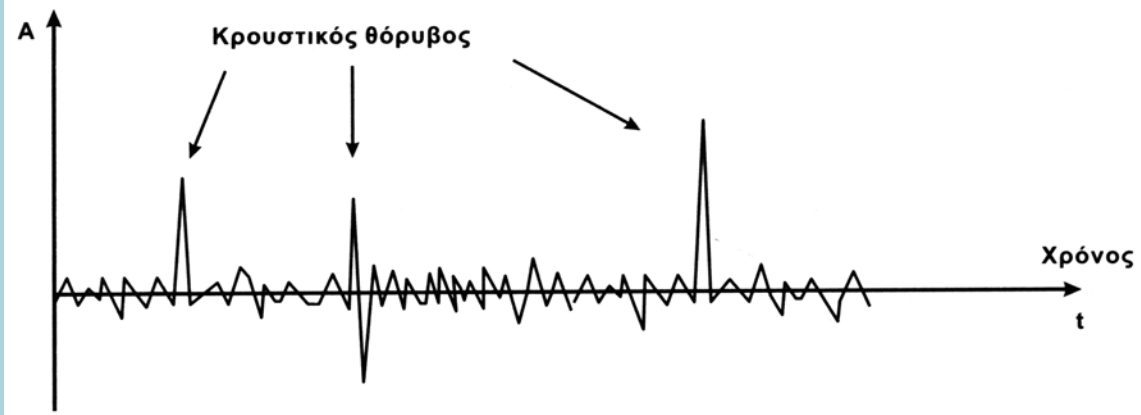
Ένα πρόβλημα που εμφανίζεται κατά τη διέλευση ενός σήματος από ένα τηλεφωνικό δίκτυο που χρησιμοποιεί διατάξεις πολύπλεξης (φερέσυχνα κλπ), είναι μια μικρή μετατόπιση της συχνότητας του (frequency offset). Η ολίσθηση συχνότητας δεν μπορεί να υπερβαίνει την τιμή των 5 Hz που ορίζεται από τις συστάσεις της ITU-T, διότι θα δημιουργηθούν προβλήματα στη μετάδοση data. Αξίζει να σημειωθεί ότι το πρόβλημα αυτό δεν γίνεται αντιληπτό στην τηλεφωνία καθώς το ανθρώπινο αυτί δεν είναι ευαίσθητο σε μικρές μεταβολές συχνότητας.

1.5.11 Κρουστικές παραμορφώσεις

Μια ιδιαίτερη κατηγορία προβλημάτων των τηλεφωνικών γραμμών που εμφανίζονται σποραδικά και τυχαία και είναι πολύ μικρής διάρκειας ονομάζονται κρουστικές παραμορφώσεις (hits). Στα προβλήματα αυτά συμπεριλαμβάνονται:

1.5.12 Κρουστικοί θόρυβοι (Impulse hits)

Στιγμιαίος θόρυβος που υπερβαίνει σημαντικά το μέσο επίπεδο θορύβου της γραμμής, μια γνωστή πηγή κρουστικών θορύβων είναι οι επιλογικοί παλμοί που υπεισέρχονται λόγω παραδιαφωνίας από γειτονικά τηλεφωνικά ζευγάρια. Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε μια κυματομορφή σήματος θορύβου με κρουστικούς θορύβους.



Κρουστικός θόρυβος.

Στιγμαίαιες μεταβολές πλάτους (Amplitude hits)

Είναι οι ξαφνικές μεταβολές του πλάτους του σήματος μικρής διάρκειας, που κατά την ITU-T είναι αυτές που υπερβαίνουν τα 2 dB. Οι μεταβολές αυτές δημιουργούν έντονα προβλήματα ιδίως στις μεταδόσεις data με διαμόρφωση QAM.

1.5.13 Στιγμαίαιες μεταβολές φάσης (Phase hits)

Είναι ξαφνικές μεταβολές της φάσης του σήματος που υπερβαίνουν το μέσο επίπεδο του phase jitter.

1.5.14 Μικροδιακοπές (Drop outs)

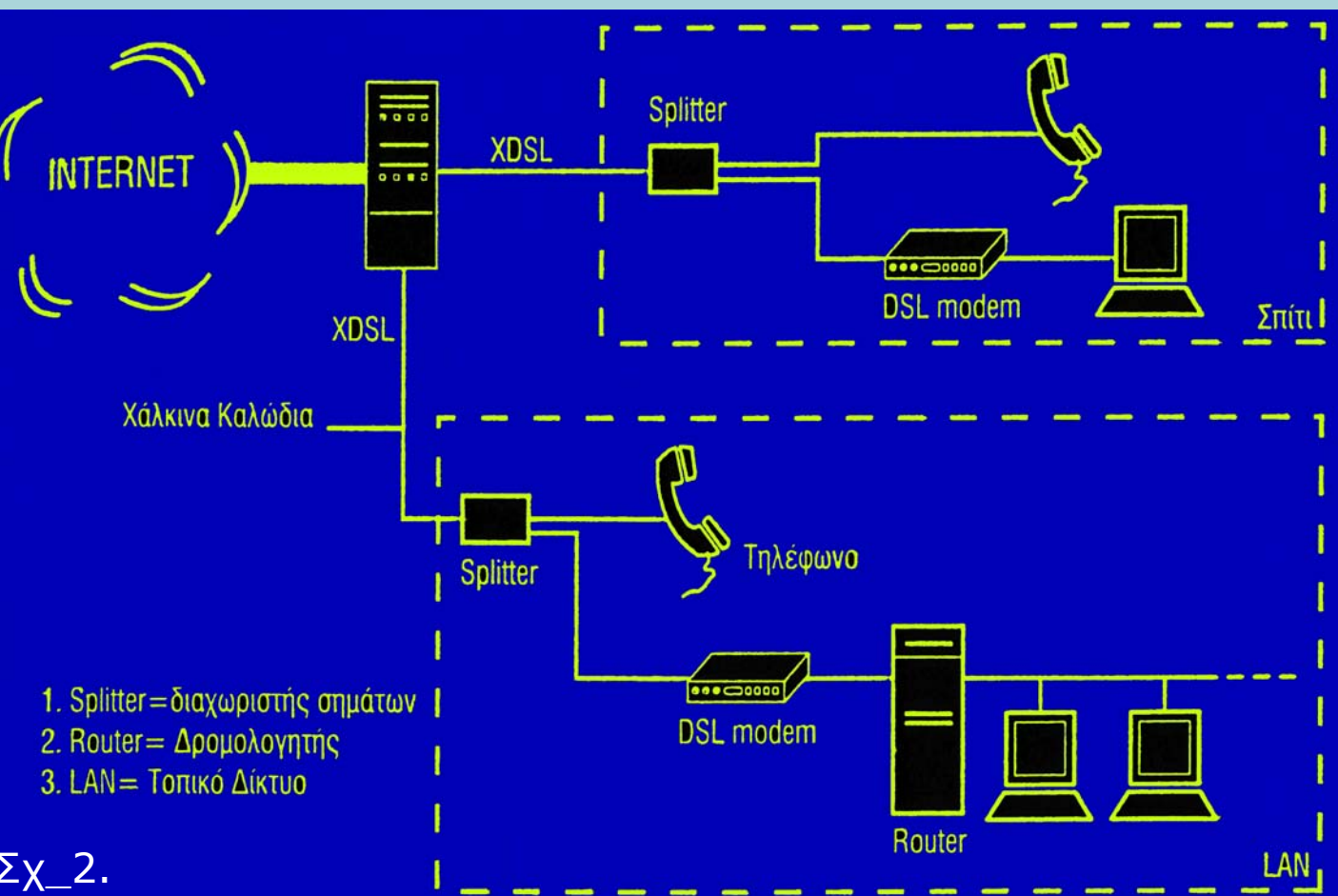
Ξαφνικές ολιγόχρονες διακοπές του σήματος που παρατηρούνται συχνά σε τηλεφωνικά κυκλώματα, ιδίως μέσω μικροκυματικών ζεύξεων. Όλες οι παραπάνω κρουστικές παραμορφώσεις μετρώνται με κατάλληλους απειριθμητές σε διάστημα 15 λεπτών της ώρας. Η ITU-T αποδέχεται σαν όριο 18 κρουστικούς θορύβους σε 15 λεπτά της ώρας.

Η αναφορά στα δισύρματα καλώδια, τα χαρακτηριστικά των ενσύρματων γραμμών και τις παραμέτρους, είναι στοιχεία τα οποία λαμβάνουν υπόψη οι σχεδιαστές-κατασκευαστές κυκλωμάτων και ICs για την μελέτη και κατασκευή συσκευών modem. Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο παίζουν στον σχεδιασμό του αναλογικού τμήματος των modem για την λήψη και μετάδοση του σήματος, αναγέννηση, A/D και D/A μετατροπή, απαλοιφή ηχούς. Στη συνέχεια θα μελετήσουμε τις βασικές DSL τεχνολογίες με τις δυνατότητες τους, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους.

1.6.1 Γενικά περί xDSL Τεχνολογιών.

Η τεχνολογία που υπόσχεται να λύσει τα προβλήματα στο μέλλον είναι η DSL [Digital Subscriber Line] , αφού υπόσχεται μεταδόσεις φωνής και δεδομένων με μεγάλο εύρος ζώνης μέσω απλών τηλεφωνικών γραμμών (δισύρματα χάλκινα καλώδια).

Ο όρος xDSL αναφέρεται στις πολλαπλές παραλλαγές αυτής της τεχνολογίας και καλύπτει όρους , όπως ADSL , HDSL , RADSL , κ.ο.κ. Οι τυπικές ταχύτητες που συνήθως προσφέρονται είναι της τάξης των 1,544Mbps έως και 6,1Mbps προς το συνδρομητή [downstream] και 0,128Mbps έως και 2,048Mbps από το συνδρομητή [upstream]. Οι τιμές αυτές διαφέρουν ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη παραλλαγή του DSL και το φυσικό τρόπο σύνδεσης στο τηλεφωνικό δίκτυο. Στο σχ_2 φαίνεται η βασική υλοποίηση ενός DSL δικτύου.



Στις επικείμενες ενότητες θα γίνει ανάλυση των επιμέρους DSL τεχνολογιών με τις δυνατότητες τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματά τους.

κές μέθοδοι που περιορίζουν την επίδραση του θορύβου και έτσι είναι δυνατή η μετάδοση δεδομένων με μεγαλύτερο ρυθμό. Με απλά λόγια , χρησιμοποιούνται οι χάλκινες γραμμές που βρίσκονται σε κάθε σπίτι με τρόπο που μοιάζει , τουλάχιστον στις αρχές λειτουργίας , του με το γνωστό σε όλους μας ISDN. Βέβαια αυτή η τεχνολογία έχει και τους περιορισμούς της , αφού οι προσφερόμενοι ρυθμοί εξαρτώνται από το μήκος του χάλκινου καλωδίου και γενικότερα από τα φυσικά χαρακτηριστικά (ποιότητα) της τηλεφωνικής γραμμής. Όσο μεγαλύτερα μήκη καλωδίου έχουμε , τόσο μεγαλύτερη είναι η επίδραση του θορύβου και , κατά συνέπεια , τόσο μικρότερος είναι και ο μέγιστος δυνατός ρυθμός μετάδοσης. Έτσι η μέγιστη τυπική δυνατή απόσταση μέχρι το τηλεφωνικό κέντρο , χωρίς την παρεμβολή ενισχυτικών διατάξεων , πηνίων ή άλλων στοιχείων ή συστημάτων , είναι 5,5 χιλιόμετρα. Επίσης πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι οι διάφορες παραλλαγές xDSL μπορεί να έχουν διαφορές στο ρυθμό upstream και downstream , και σε μερικές περιπτώσεις ιδιαίτερα μικρό upstream. Αυτό όμως δεν αποτελεί αναγκαστικά πρόβλημα αν σκεφτούμε ότι σε μια τυπική χρήση του Internet για κάθε δέκα byte που λαμβάνουμε , εμείς στέλνουμε μόνο ένα.

Διαφοροποιήσεις υπάρχουν και όσον αφορά τον απαιτούμενο εξοπλισμό. Κοινός τόπος όλων των παραλλαγών xDSL είναι η ύπαρξη ενός modem DSL το οποίο προσαρμόζει τα δεδομένα του υπολογιστή έτσι ώστε να μεταδοθούν μέσα στο δίκτυο. Επιπλέον η σύνδεση xDSL μπορεί να ανήκει σε δύο γενικές κατηγορίες : στις συνδέσεις splitter based και στις splitterless. Οι όροι αυτοί προέρχονται από τον splitter [διαχωριστή] , ο οποίος διαχωρίζει με την χρήση ειδικών φίλτρων τα σήματα δεδομένων από τα σήματα φωνής. Για την εγκατάστασή του , απαιτείται η επίσκεψη των τεχνικών της τηλεφωνικής εταιρίας και γι ' αυτόν το λόγο οι εταιρίες που ασχολούνται με το αντικείμενο προωθούν τις υλοποιήσεις splitterless (χωρίς διαχωριστή). Το κόστος σε αυτή την περίπτωση είναι μικρότερο για τον καταναλωτή , αφού ο διαχωρισμός γίνεται στο τηλεφωνικό κέντρο , αλλά ταυτόχρονα ο ρυθμός μετάδοσης περιορίζεται. Μία συμφέρουσα παραλλαγή splitterless της DSL είναι , η G.Lite , με μεγάλη υποστήριξη .

παρέχουν κυρίως πρόσβαση στο Internet , αλλά οι ανάγκες των χρηστών από μια τέτοια υπηρεσία ποικίλουν πολύ , σε κάθε περίπτωση. Οι ανάγκες ενός απλού χρήστη στο σπίτι με ένα ή δύο υπολογιστές συνδεδεμένους (on line) είναι εντελώς διαφορετικές από τις ανάγκες ενός δικτύου επιχείρησης το οποίο τρέχει προγράμματα και συνεργάζεται με άλλα δίκτυα και χρήστες ή με έναν web / file server.

Οι προαναφερόμενες ανάγκες καλύπτονται με διαφορετικό τρόπο από τις xDSL τεχνολογίες , που διακρίνονται ως προς :

- Την ταχύτητα (πόσος όγκος δεδομένων μπορεί να σταλεί ή να ληφθεί σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα). Με την ταχύτητα συνήθως εννοούμε το ρυθμό μετάδοσης (bit rate).
- Τον Κώδικα γραμμής [line coding] – πώς η πληροφορία κωδικοποιείται και στέλνεται στη γραμμή. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι κωδικοποίησης οι οποίες θα αναλυθούν σε άλλη ενότητα.
- Τον Αριθμό από Γραμμές – απαιτείται ένα ζεύγος συνεστραμμένων καλωδίων ή δύο ;
- Το Όριο Απόστασης – πόσα πόδια/μέτρα μπορεί να ταξιδέψει το σήμα με αξιοπιστία.

1.7.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά της HDSL

HDSL είναι τα αρχικά του High-bit-rate Digital Subscriber Line. Η HDSL είναι ο πιο ανεπτυγμένος τύπος DSL σήμερα. Άρχισε να αναπτύσσεται στα τέλη της δεκαετίας του 80 , ως εναλλακτική λύση των T1 γραμμών. Η HDSL εκπληρώνει το ρόλο της T1 γραμμής και σήμερα εφαρμόζεται στις επιχειρήσεις.

Οι T1 γραμμές (ITU σύσταση G.703) αναπτύχθηκαν και εξελίχθηκαν για υψηλής ταχύτητας μετάδοση δεδομένων. Είναι αφιερωμένες γραμμές , όπου πάντα υπάρχει σύνδεση μεταξύ του τελικού τελικού χρήστη και του παροχέα υπηρεσιών.

Μια μισθωμένη T1 γραμμή είναι συνήθως αρκετά ακριβή , ενώ η HDSL προσφέρει μια εναλλακτική λύση η οποία είναι το ίδιο αποτελεσματική και αρκετά πιο φτηνή.

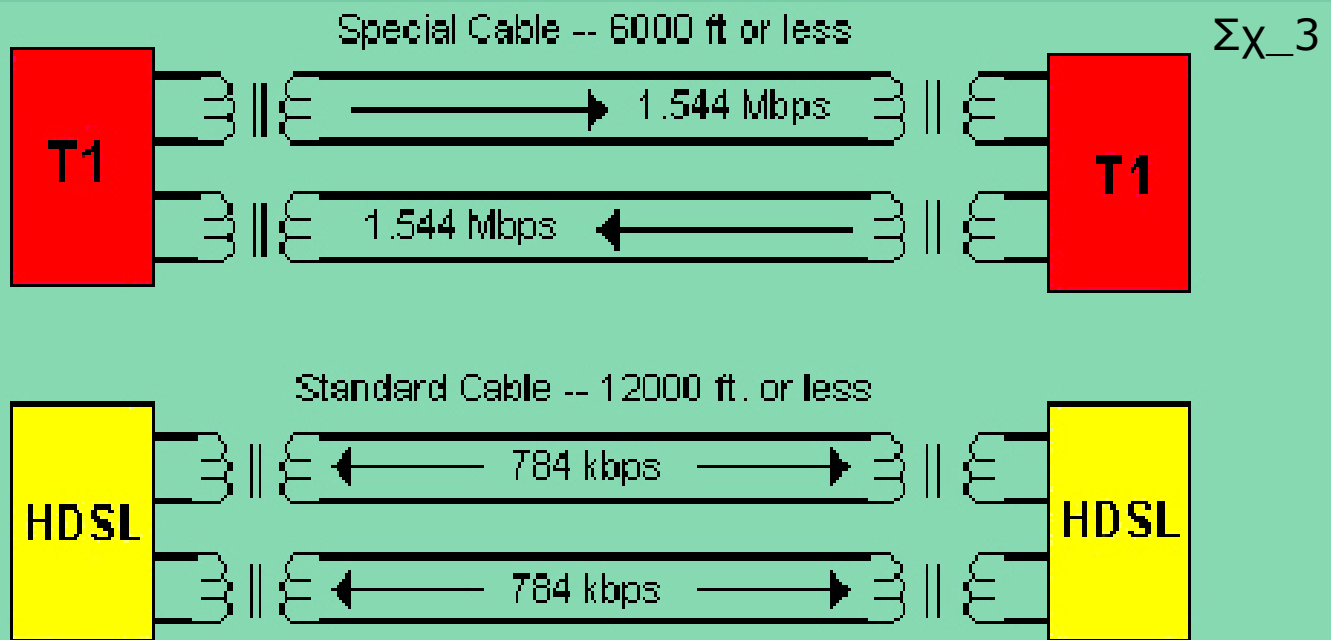
Η HDSL σχεδιάστηκε για να αντιμετωπίσει τα πολλά τεχνικά προβλήματα που το παραδοσιακό T1 είχε μπροστά του. Η T1 τεχνολογία απαιτούσε από τις γραμμές προϋποθέσεις ώστε να παύει ακριβώς σε συγκεκριμένες απαιτήσεις γραμμής. Για να ανταποκριθεί σ' αυτές τις προϋποθέσεις , ειδικά καλώδια έπρεπε να χρησιμοποιηθούν. Η HDSL σχεδιάστηκε ώστε αυτομάτως να αντισταθμίσει την κατάσταση της γραμμής. Η HDSL επιτρέπει διακλαδωτές (bridge taps) και μεταβολές στη διάμετρο του καλωδίου , ενώ στην T1 αυτό είναι αδύνατο.

Ένα άλλο μειονέκτημα της T1 τεχνολογίας , είναι ότι χρησιμοποιεί μονής κατεύθυνσης μετάδοση [Simplex] που σημαίνει ότι η πληροφορία στέλνεται αποκλειστικά προς μια κατεύθυνση στη γραμμή. Εναλλακτικά , η HDSL χρησιμοποιεί διπλής κατεύθυνσης μετάδοση [Duplex] , που σημαίνει ότι έχουμε μετάδοση και προς τις δύο κατευθύνσεις της γραμμής.

Χρησιμοποιώντας μια τεχνική που ονομάζεται απαλοιφή ηχούς [Echo Cancellation] , η HDSL επιτρέπει στα δεδομένα να στέλνονται και προς τις δύο κατευθύνσεις στην ίδια συχνότητα στην ίδια γραμμή , το οποίο είναι επιθυμητό γιατί απαιτεί

όγκο δεδομένων. Η χρήση χαμηλότερης περιοχής συχνότητας , συμφέρει διότι μπορούμε ευκολότερα να μειώσουμε τις απώλειες λόγω της φύσης της γραμμής και λόγω NEXT [Near-End Cross Talk].

Όπως δείχνει το σχ_3, η HDSL σχεδιάστηκε για να τρέχει τον ίδιο ρυθμό δεδομένων όπως η T1 γραμμή (1.544Mbps) και να χρησιμοποιεί τον ίδιο αριθμό γραμμών , αλλά να μπορεί να πετύχει αυτό το ρυθμό δεδομένων σε φτηνότερες γραμμές και σε μεγαλύτερη απόσταση. Για να το κάνει αυτό , στέλνει το μισό ρυθμό (784Kbps) σε κάθε γραμμή.



T1 Technology

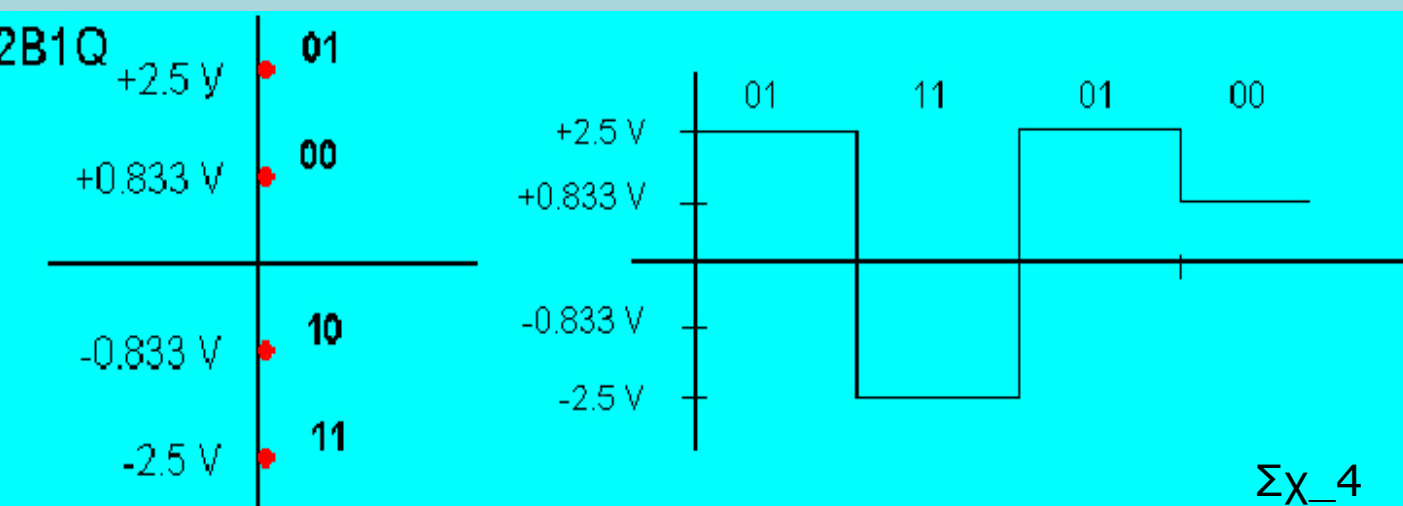
Specially Conditioned Cables Required
Needs Repeaters over 6000 ft
Simplex Transmission

HDSL Technology

Uses Standard Telephone Cable
No Repeaters needed up to 12,000 ft.
Duplex Transmission

ITU σύσταση G.991.1 (10/98) High-Bit Digital Subscriber Line (HDSL) Transceivers.

Από την στιγμή όπου , σύμβολα , δεν μπορούν να σταλούν απευθείας στις χάλκινες γραμμές , πρέπει με κάποιο τρόπο να κωδικοποιηθούν σε ένα format όπου θα μπορούν να σταλούν και να ληφθούν χωρίς αταξία. Η μέθοδος με την οποία τα σύμβολα στέλνονται κατά μήκος της γραμμής ονομάζεται , Κώδικας Γραμμής [Line Coding]. Ο κώδικας γραμμής για την HDSL είναι ο 2B1Q , από το 2-binary 1-quaternary. Ο 2B1Q είναι ένας 4ου επιπέδου κώδικας. Στο σχ_4 , κάθε επίπεδο παριστάνει δύο bit δεδομένων. Εάν η εκπεμπόμενη ομάδα αποτελείται από την ακολουθία 01110100 (το ASCII σύμβολο του 'J') , τότε το σήμα εξόδου του κωδικοποιητή θα είναι το παρακάτω.



Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα χρησιμοποιώντας τον 2B1Q κώδικα είναι ότι είναι πολύ εύκολο να κατανοηθεί και να εφαρμοστεί , ενώ είναι ανθεκτικός στο θόρυβο NEXT. Ωστόσο , δεν κάνει τόσο αποδοτική εκμετάλλευση του διαθέσιμου εύρους ζώνης όσο μερικές άλλες τεχνικές κωδικοποίησης.

1.7.3 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Το πρωτεύων πλεονέκτημα της HDSL είναι ότι είναι μια ανεπτυγμένη και αποδεδειγμένη τεχνολογία. Είναι επίσης πολύ εύκολη και οικονομική στην εγκατάσταση. Το άλλο κύριο πλεονέκτημα είναι ότι έχει ικανοποιητικό ρυθμό μετάδοσης στα 1.544Mbps (784Kbps x 2).

Το πρωτεύων μειονέκτημα της HDSL είναι ότι απαιτεί δύο

κόστος ανάπτυξης για τους παροχείς υπηρεσιών. Επιπλέον , η HDSL δεν υποστηρίζει την παλαιά υπηρεσία του τηλεφωνικού δικτύου [POTS → Plain Old Telephone Service] στις ίδιες γραμμές με τα δεδομένα , έτσι ξεχωριστή τηλεφωνική υπηρεσία χρειάζεται εάν ο καταναλωτής θέλει να μιλά στο τηλέφωνο. Ένα άλλο μειονέκτημα της HDSL είναι ότι είναι λίγο πιο αργή από άλλους τύπους DSL , αλλά είναι ακόμη πολύ ανώτερη από την αναλογική διαμόρφωση.

1.8.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά της ADSL

ADSL είναι το ακρωνύμιο της Asymmetric Digital Subscriber Line. Η ADSL παίρνει το όνομα της από το γεγονός ότι ο ρυθμός δεδομένων με κατεύθυνση από τον παροχέα υπηρεσιών προς το χρήστη [Downstream] , είναι πολύ μεγαλύτερος , από το ρυθμό δεδομένων του χρήστη προς το παροχέα υπηρεσιών [Upstream] συχνά πάνω από 10 φορές.

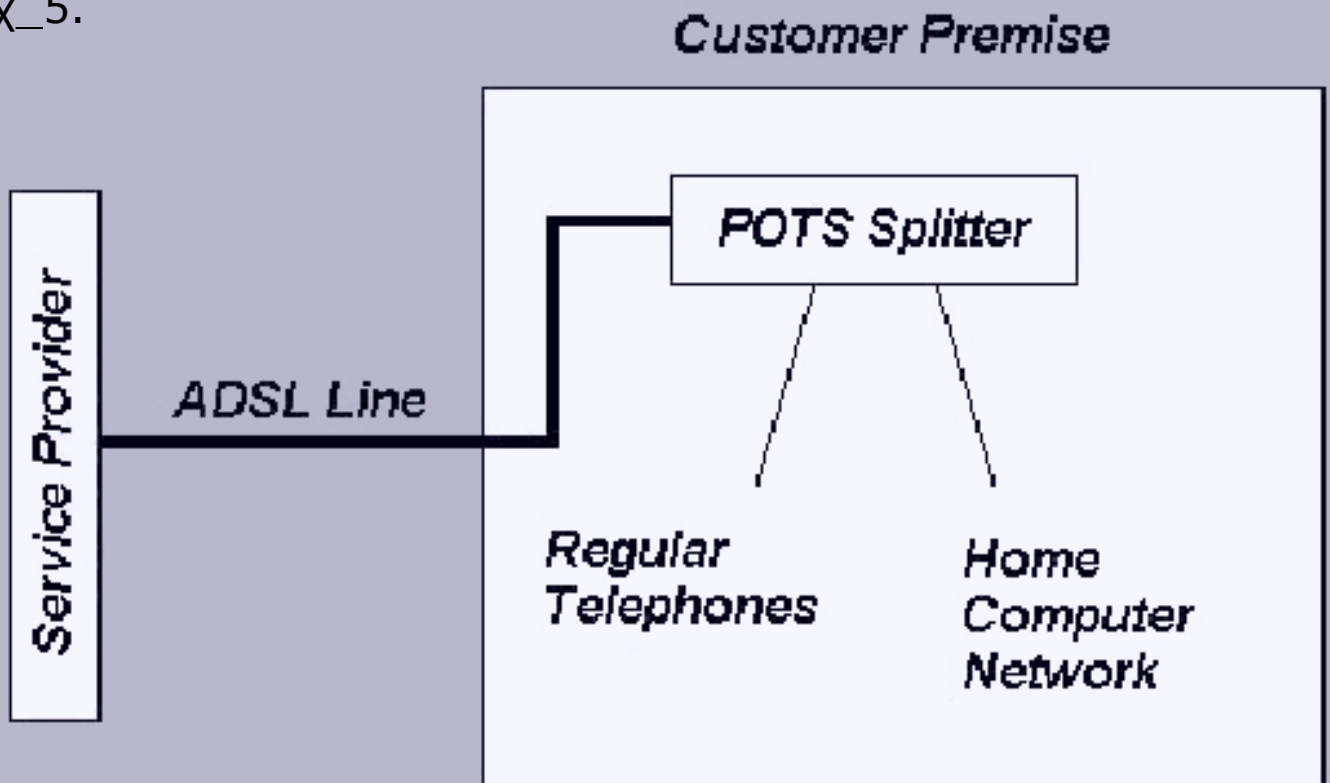
Η ADSL αρχικά αναπτύχθηκε από τις τηλεφωνικές εταιρίες που ήθελαν να παρέχουν υπηρεσίες τύπου Video-On-Demand (βίντεο κατά απαίτηση). Για να γίνει αυτό , θα χρειαζόταν ένας τεράστιος όγκος δεδομένων να στέλνεται από την εταιρία προς τον χρήστη , ενώ πολύ μικρός προς τα πίσω. Από το ξεκίνημα , της ο κύριος στόχος της ADSL άλλαξε. Η ADSL ταιριάζει πολύ καλά για έρευνα μέσα στο Internet , όπου πολύ περισσότερα δεδομένα στέλνονται προς το χρήστη απ' ότι προς τα πίσω. Συνεχώς , η απαίτηση για υψηλές ταχύτητες πρόσβασης στο Internet , τροφοδοτεί ουσιαστικά τη συνεχή αγορά της ADSL.

Ο ρυθμός δεδομένων στην ADSL εξαρτάται ιδιαίτερα από την απόσταση του Κέντρου [Central Office → CO] στο κτίριο του καταναλωτή [Consumer Premises → CPE]. Σε μια απόσταση 9.000ft (2700m) μπορεί να επιτευχθεί 8Mbs downstream ,ενώ στα 18.000ft(5400m) μόνο 1.544Mbps είναι δυνατό να έχουμε. Η μέγιστη ταχύτητα upstream είναι 640Kbps , ενώ ελαττώνεται σταδιακά με την αντίστοιχη μείωση του downstream.

Η ADSL σχεδιάστηκε για να συνυπάρχει με την απλή τηλεφωνική τηλεφωνική γραμμή , η οποία λειτουργεί σε συχνότητες γύρω στα 4Khz. Για να μην παρεμβάλει τις υπηρεσίες του τηλεφωνικού δικτύου [POTS] και για να αποφύγει παρεμβολές από αυτό , η ADSL λειτουργεί σε συχνότητες πάνω από 4Khz , τυπικά από 30Khz έως 1,1Mhz. (Η upstream καταλαμβάνει την περιοχή 30Khz έως 138Khz και η downstream την περιοχή από 138Khz έως ~ 1,1Mhz).

σχύουν ξεχωριστά χρησιμοποιώντας φίλτρα. Για την ADSL αυτά τα φίλτρα συνδυάζονται σε μια συσκευή που ονομάζεται POTS splitter (διαχωριστής). Ο POTS splitter παίρνει τα σήματα που λαμβάνουμε από τον παροχέα υπηρεσιών και τα κατανέμει σε επιμέρους δίκτυα. Το ένα είναι το απλό τηλεφωνικό δίκτυο που είναι εγκατεστημένο σε κάθε σπίτι και το άλλο το δίκτυο υπολογιστών το οποίο μπορεί να έχει ένα ή περισσότερους Η/Υ συνδεδεμένους. Στο σχ_5 φαίνεται η λειτουργία του POTS splitter.

Σχ_5.



T1.413 ADSL Standard. Εγκριμένη από την International Telecommunications Union (ITU) και την American National Standards Institute (ANSI).

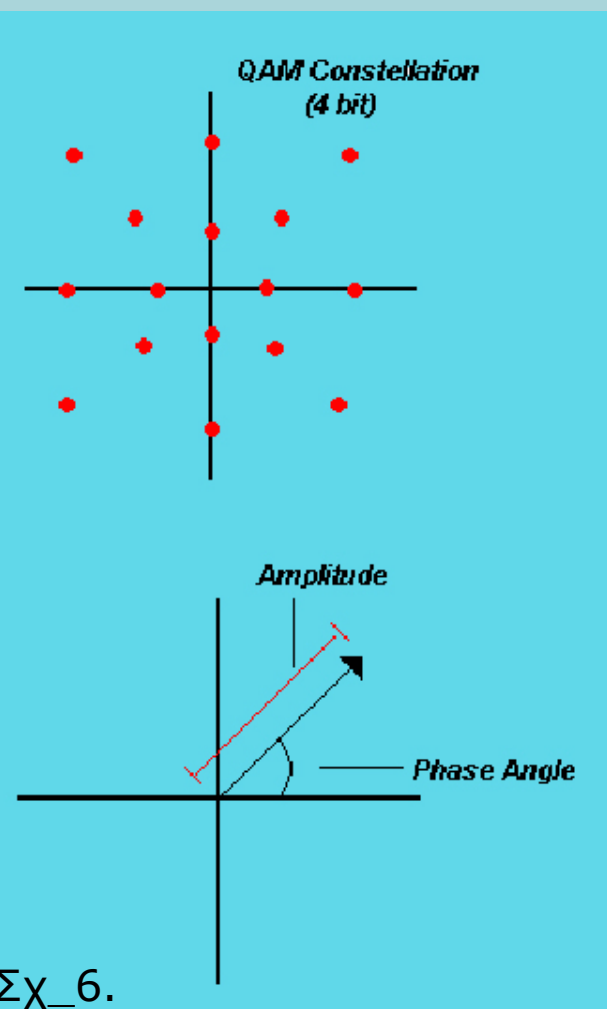
ITU σύσταση G.991.1 (06/99) Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) Transceivers.

Ο κώδικας γραμμής για την ADSL έχει είναι θέμα που έχει υποβληθεί σε σημαντική μελέτη. Τώρα υπάρχουν δύο κυρίως διαφορετικοί τύποι οι οποίοι αξιοποιούνται.

Η [Discrete MultiTone Modulation →DMT] και η [Carrierless Amplitude Phase Modulation →CAP].

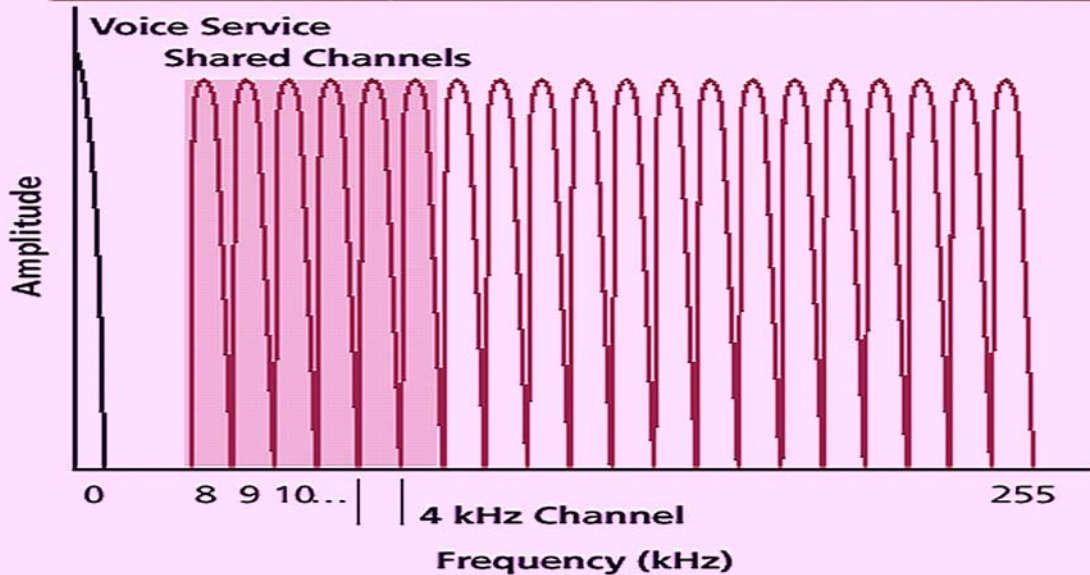
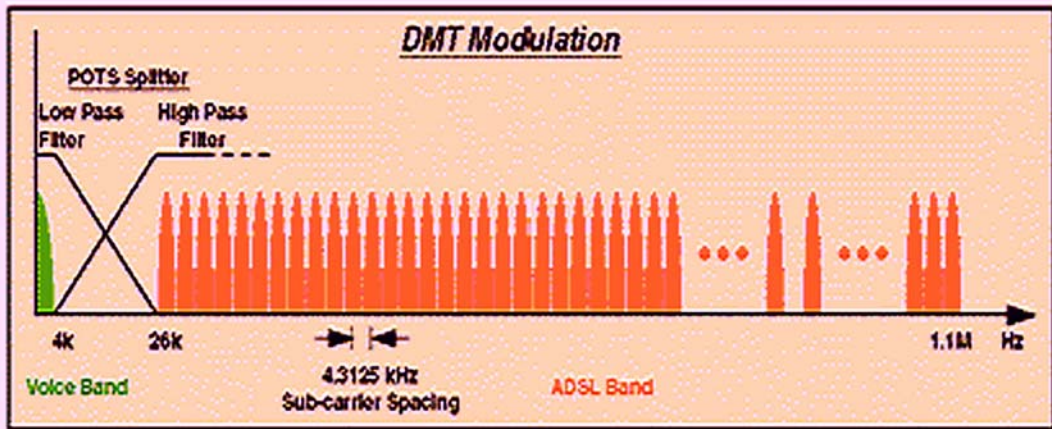
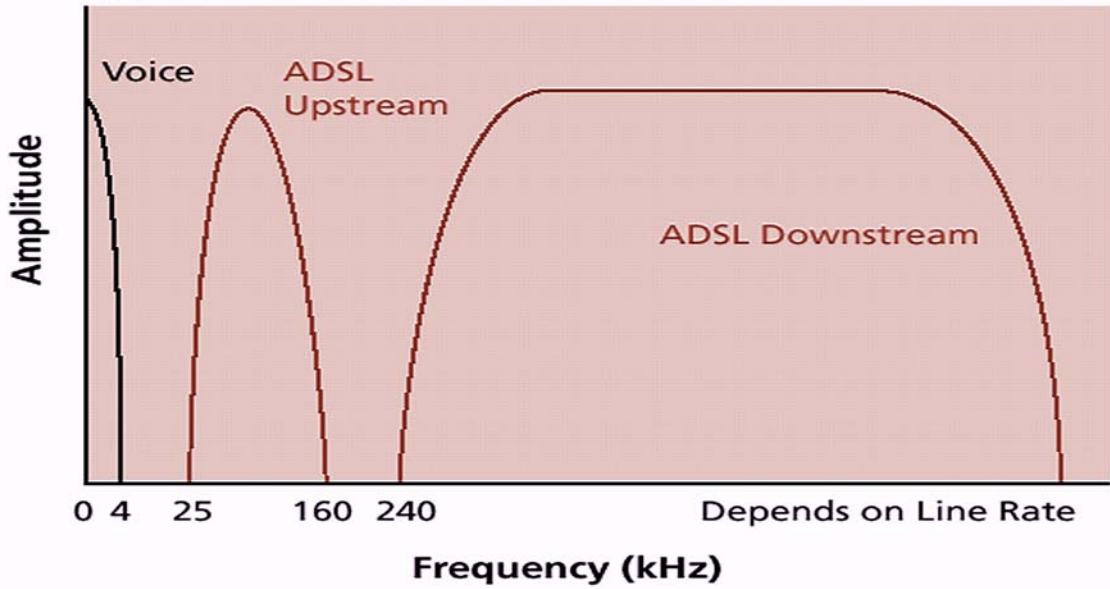
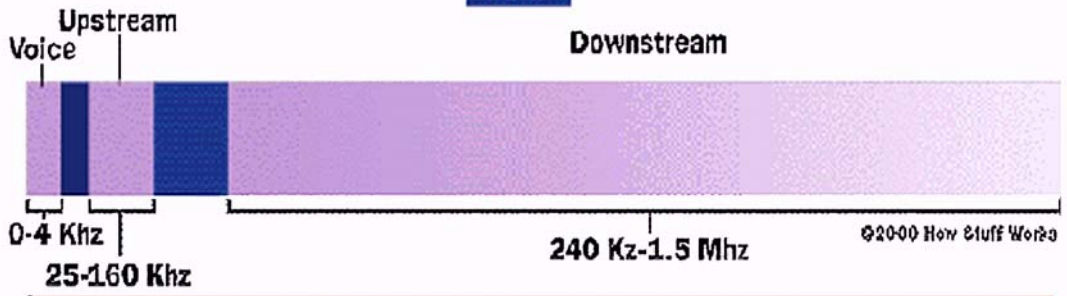
Τα DMT συστήματα διαιρούν την μπάντα συχνοτήτων σε 256 υποκανάλια με εύρος περίπου 4Khz. 32 από τα κανάλια προορίζονται για τα upstream δεδομένα. Κάθε κανάλι , ανεξάρτητα στέλνει δεδομένα χρησιμοποιώντας διαμόρφωση QAM (Quadrature Amplitude Modulation διαμόρφωση τετραγωνισμού πλάτους).

Η QAM είναι παρόμοια με τον 2B1Q κώδικα στον τρόπο όπου πολλαπλά bits δεδομένων κωδικοποιούνται και στέλνονται στη γραμμή. Ωστόσο , εκεί τελειώνουν και οι ομοιότητες τους. Ενώ η 2B1Q διαμορφώνει μόνο το επίπεδο της τάσης του σήματος , η QAM διαμορφώνει και το πλάτος και την γωνία φάσης του σήματος. Η QAM κωδικοποίηση μπορεί να παρασταθεί μέσω του Constellation Diagram.



Κάθε σημείο παριστάνει ένα συγκεκριμένο δείγμα (0000, 0001, 0011 , κ.ο.κ). Το πλάτος και η φάση του σήματος χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν ένα "βέλος" το οποίο να δείχνει το συγκεκριμένο σημείο. Το πλάτος αντιστοιχεί στο μήκος του βέλους από το κέντρο έως το σημείο και γωνία φάσης από την κλίση του βέλους στο διάγραμμα καθώς αυτό περιστρέφεται. Στο διάγραμμα , υπάρχουν 8 διαφορετικές πιθανότητες γωνίας φάσης και 2 επίπεδα πλάτους. Για μια πολύ καλής ποιότητας γραμμή ένα πιο πυκνό Constellation Diagram μπορεί να χρησιμοποιηθεί , με πολύ περισσότερα επίπεδα τάσης ανάλυση της γωνίας φάσης.

CAP



ζουν το φάσμα των δύο τύπων διαμόρφωσης . Στη συνέχεια θα κάνουμε μια σύγκριση μεταξύ τους.

Στα ADSL συστήματα στα οποία εφαρμόζεται η DMT κάθε ένα από τα 256 διαφορετικά υποκανάλια διαφορετική ποσότητα θορύβου να αντιμετωπίσει , επειδή οι διαφορετικές συχνότητες έχουν διαφορετική απόκριση στις συνθήκες της γραμμής. Ένα από τα ισχυρά ατού της DMT είναι ότι επιτρέπει σε κάθε κανάλι να χρησιμοποιεί διαφορετικής ανάλυσης QAM. Στις χαμηλότερες συχνότητες , η γραμμή συνήθως έχει λιγότερα προβλήματα από ότι στις υψηλότερες , έτσι μια πυκνότερη ανάλυση με περισσότερα σημεία μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Σε πιο θορυβώδη κανάλια θα εκπέμπουν λιγότερα bits ανά σύμβολο , ή κάποια κανάλια δεν θα εκπνεφθούν εάν έχουμε πολλές παρεμβολές. Από την στιγμή που η κατάσταση σε κάθε κανάλι μπορεί να αλλάζει κάθε στιγμή , το ADSL modem πρέπει διαρκώς να προσαρμόζει το σήμα στις αλλαγές αυτές.

Η DMT δεν είναι τέλεια και έχει μερικές αδυναμίες.

Μία με την μεγαλύτερη σημασία είναι ότι ο upstream αλγόριθμος της DMT μπορεί να παράγει σημαντική παρεμβολή τύπου NEXT , η οποία μπορεί να συμβάλει με τις χαμηλότερες downstream ζώνες. Αυτές οι ζώνες μπορούν να μην χρησιμοποιηθούν ώστε να αποφύγουμε το θόρυβο , όμως έτσι μειώνουμε το εύρος για τα downstream data.

Εκτός από την DMT , η άλλη μέθοδος που χρησιμοποιείται ονομάζεται Carrierless Amplitude/Phase Modulation [CAP] και χρησιμοποιείται σε μερικά ADSL συστήματα. Η CAP έχει το πλεονέκτημα ότι δεν παράγει τόσο πολύ παραδιαφωνία (crosstalk) και απαιτεί λιγότερη ψηφιακή επεξεργασία σήματος [digital signal processing → DSP]. Ωστόσο , η CAP δεν κάνει τόσο αποδοτική χρήση του εύρους ζώνης όσο η DMT και το κυριότερο δεν αποτελεί μέρος των ADSL προτύπων. Ένα άλλο αρνητικό της CAP είναι περισσότερο επιρρεπής στο θόρυβο από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές , (electromagnetic interference) EMI , ειδικά από τους AM ραδιοσταθμούς. Και επειδή δεν υποστηρίζεται από τα ADSL πρότυπα , με το χρόνο καταργείται.

Η ADSL είναι καλά προσαρμοσμένη για οικιστικές εφαρμογές. Χρησιμοποιεί γραμμές οι οποίες ήδη είναι εγκατεστημένες σχεδόν παντού και αρμονικά συνυπάρχει με τη σημερινή τηλεφωνική υπηρεσία. Η ADSL είναι ιδανική για τις περισσότερες εφαρμογές του χρήστη στο σπίτι και για μικρές επιχειρήσεις, επειδή έχει μεγάλη χωρητικότητα downstream δεδομένων (> 8Mbps). Οι χρήστες των αναλογικών modem θα εκτιμήσουν ακόμη ότι, όπως οι περισσότερες XDSL περιπτώσεις, θα είναι συνεχώς συνδεδεμένοι (on line).

Επίσης, υπάρχουν και μειονεκτήματα στην ADSL, όπως αργοί ρυθμοί upstream δεδομένων. Για μερικές μεγάλες επιχειρήσεις ο ρυθμός μετάδοσης των upstream δεδομένων είναι εξίσου σημαντικός και η ADSL δεν θα είναι επιλογή τους. Ακόμη οι ρυθμοί δεδομένων στην ADSL βλάπτονται δραματικά όσο το μήκος της γραμμής αυξάνεται. Η ADSL επεκτείνεται μέχρι τα 18.000ft (5400Km) αλλά οι ιδανικοί ρυθμοί δεδομένων μπορούν να επιτευχθούν μόνο μέχρι τα 9.000ft (2700Km).

1.9.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά G.Lite.

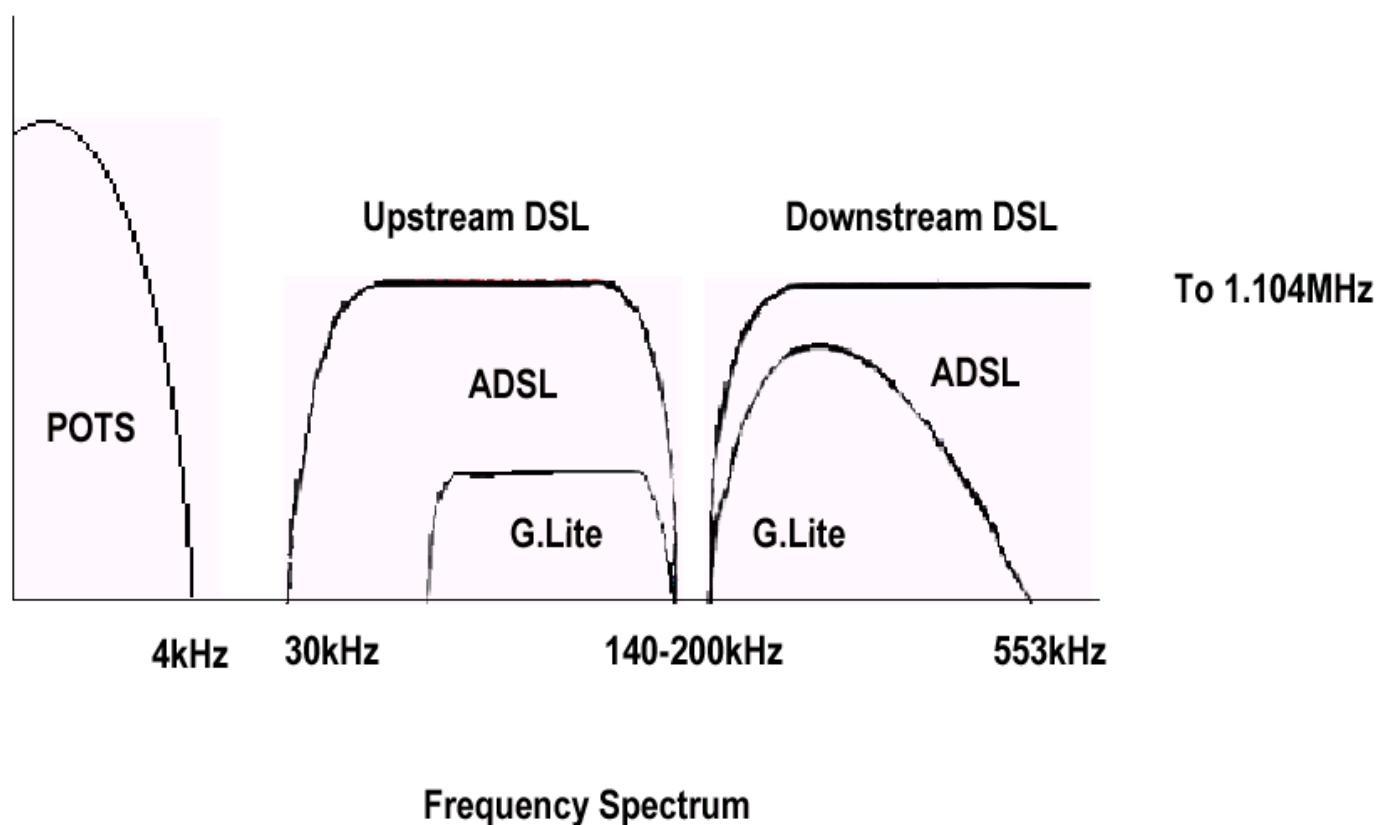
Το G.Lite γνωστό και ως "Splitterless DSL" (χωρίς διαχωριστή DSL) , είναι ένα παράγωγο της ADSL τεχνολογίας. Στην πραγματικότητα το G.Lite σχεδιάστηκε για να αντεπεξέλθει στα προβλήματα που αντιμετώπιζε η ADSL , συγκεκριμένα για την ανάγκη πολύπλοκου εξοπλισμού που πρέπει να εγκατασταθεί από τον παροχέα υπηρεσιών. Το G.Lite γεννήθηκε από την ανάγκη , η DSL , να μπορεί να εγκατασταθεί στο σπίτι ώστε να εξυπηρετεί τον απλό καταναλωτή.

Οι κατασκευαστές ADSL προϊόντων , αντιλήφθηκαν ότι πολλά από τα προβλήματα που αντιμετώπιζε η ADSL μπορούσαν να λυθούν αν απλά μειώναμε την ταχύτητα που η υπηρεσία λειτουργούσε. Για τους περισσότερους χρήστες αυτή η μείωση δύσκολα γίνεται αντιληπτή. Γενικά υπάρχουν προβλήματα ταχύτητας στο Internet που περιορίζουν την ταχύτητα ροής δεδομένων. Έτσι , ένα αργό σύστημα στο Internet μας καθλώνει στη χαμηλή δική του ταχύτητα , όσο γρήγορο και αν είναι το δικό μας σύστημα. Γι' αυτό το λόγο η μέγιστη ταχ/τα του G.Lite είναι 1544Mbps. Αν , και αρκετά πιο αργό από το πλήρους ρυθμού ADSL , αυτή η μείωση της ταχ/τας βοηθάει να ελαχιστοποιηθούν τα προβλήματα και παραμένει αρκετά πιο γρήγορη από αυτή που η πλειοψηφία των χρηστών απαιτεί.

Λόγο του μικρότερου ρυθμού δεδομένων , ο σχεδιασμός του hardware για το G.Lite είναι πολύ πιο εύκολος της ADSL. Είναι ανεκτικό σε υψηλότερα ποσοστά θορύβου , το οποίο περιορίζει την ανάγκη για χρήση POTS splitter (διαχωριστή δικτύου). Εκεί που η ADSL χρησιμοποιεί διαχωριστή δικτύου για να διαχωρίζει το σήμα φωνής από το σήμα δεδομένων , το G.Lite κρατάει τα πάντα σε ένα απλό τηλεφωνικό δίκτυο. Σε μερικές περιπτώσεις η καλωδίωση μέσα στο σπίτι είναι παλιά και έχει φτωχίες επιδόσεις οπότε τα σήματα φωνής και δεδομένων μπορεί να παρεμβάλλονται μεταξύ τους. Σε αυτήν την περίπτωση επιπλέον εξοπλισμός χρειάζεται για εξαφανίσει το πρόβλημα. Για να λυθεί το πρόβλημα , τοποθετούνται μικροφίλτρα σε κάθε τηλεφωνική γραμμή μέσα στο σπίτι. Τα μικροφίλτρα είναι μικρά και εύκολο να συνδεθούν και είναι σχετικά φτηνά.

Στο σχήμα παρατηρούμε ο φάσμα της ADSL και G.Lite

ADSL / POTS Co-existence



1.9.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Το κύριο πλεονέκτημα του G.Lite είναι η ευκολία της εγκατάστασης του. Παρέχει ταχύτητες που ικανοποιούν πάρα πολύ τον καταναλωτή. Οι προδιαγραφές του κάνουν τη δουλειά των hardware κατασκευαστών αρκετά εύκολη. Με την εξάλειψη των διαχωριστών δικτύου μειώνονται τα εξαρτήματα και κατ'επέκταση η πολυπλοκότητα του δικτύου.

Το μειονέκτημα του G.Lite είναι ότι δεν προσφέρει την πλήρη ταχ/τα της ADSL. Για πελάτες που απαιτούν τεράστιους ρυθμούς downloads και είναι συνδεδεμένοι σε πολύ υψηλής ταχ/τας άξονες (το οποίο θα τους βοηθήσει να αποφύγουν τα κολλήματα του internet) το G.Lite ίσως να μην τους προσφέρει ένα αρκετά υψηλό ρυθμό δεδομένων.

1.10.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά HDSL2 / G.SHDSL.

Η HDSL2 και G.shdsl είναι δύο ανερχόμενες τεχνολογίες οι οποίες υπόσχονται να προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα στους καταναλωτές. Η HDSL2 όπως φαίνεται από το όνομα της, είναι μια εξελιγμένη μορφή της HDSL. Η G.SHDSL είναι μια γενικευμένη έκδοση της HDSL2 και έχει αναπτυχθεί από την ITU. Όπως και η αυθεντική, η HDSL2/G.SHDSL απευθύνονται προς την αγορά των επιχειρήσεων και άλλες εφαρμογές όπου οι ρυθμοί upstream δεδομένων είναι εξίσου σημαντικοί με των downstream.

- ITU σύσταση G.991.2 G.shdsl
- ITU σύσταση G.994.1 (06/99) Handshake Procedures for Digital Subscriber Line Transceivers
- ANSI T1E1.4 High Bit Rate DSL 2nd Generation (HDSL2).

1.10.2 Πλεονεκτήματα των HDSL/G.SHDSL.

Ένα από τα πρωτεύοντα προβλήματα που αντιμετώπισε η HDSL ήταν ότι χρειαζόταν δύο ζεύγη συνεστραμμένων καλωδίων για να εγκατασταθεί. Στην HDSL2 ο ρυθμός 1.544Mbps διατηρείται, αλλά ένα μόνο ζευγάρι συνεστραμμένων χρησιμοποιείται. Αυτό βοηθάει να μειωθεί το κόστος του συστήματος. Αν και χρησιμοποιούν ένα μόνο ζεύγος συνεστραμμένων, αυτό δεν είναι το μόνο πλεονέκτημα των HDSL2/G.SHDSL.

Για να πετύχουν 1.544Mbps ρυθμό δεδομένων που απαιτείται, η HDSL2 απορρίπτει τον 2B1Q κώδικα και εφαρμόζει πολύ πιο αποδοτικό τρόπο κωδικοποίησης. Αυτή η μορφή ονομάζεται, Overlapped Pulse Amplitude Modulated (PAM) Transmission with Interlocked Spectra, ή OPTIS. Οι πληροφορίες για την OPTIS είναι κάπως συγκεχυμένες και θα αρκεστούμε να πούμε ότι η OPTIS παρέχει ένα εξαιρετικό τρόπο διαχείρισης του διαθέσιμου εύρους ζώνης. Δεν υποφέρει ιδιαίτερα από την διαφωνία (cross talk) και παρέχει σε μικρό βαθμό έλεγχο λαθών στον κώδικα της. Ευτυχώς για τους μηχανικούς σχεδίασης, η χρησιμοποίηση αυτού του κώδικα γραμμής είναι μονόδρομος, και αυτό μειώνει την πολυπλοκότητα του hardware.

μεγάλη εφικτή απόσταση. Χρησιμοποιώντας ένα 24 AWG (AmeriCan Wire Gauge) καλώδιο , τα 1.544Mbps μπορούν να επιτευχθούν στα 13,2Kft (4Km) από κέντρο και τα 384Kbps μπορούν να διατηρηθούν για έως 22,5Kft (6,7Km).

Ένα άλλο πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι ότι ο ρυθμός μετάδοσης είναι συμμετρικός , έτσι η ταχ/τα upstream είναι ίση με την downstream. Το G.SHDSL πρότυπο προχωράει ακόμα παραπέρα με το να παρέχει μεγαλύτερους ρυθμούς δεδομένων , πάνω από 2.304Mbps. Η G.SHDSL επίσης προσφέρει ένα άλλο πλεονέκτημα με το να παρέχει το G.hs πρωτόκολλο. Το G.hs (handshake → χειραψία) είναι μία ακολουθία από πρότυπα , όπου δύο συσκευές διερευνούν ποιες είναι οι συνθήκες της γραμμής και βελτιστοποιούν την απόδοσή τους στη γραμμή.

Εκεί που η HDSL δεν επέτρεπε την τηλεφωνική υπηρεσία στις ίδιες γραμμές , η HDSL2 παρέχει πολλά κανάλια φωνής σε μια ακολουθία δεδομένων. Με το να προσφέρει δεδομένα και πολλαπλά κανάλια φωνής σε μια απλή χάλκινη γραμμή , οι τηλεφωνικές εταιρίες μπορούν να μεγιστοποιήσουν τα έσοδα τους από τις επενδύσεις τους στις χάλκινες γραμμές.

Περίληπτικά τα βασικά πλεονεκτήματα των HDSL2/G.SHDSL είναι η καλύτερη ανοχή στο θόρυβο , λιγότερη πολυπλοκότητα στην ανάπτυξη , καλύτερη χρήση του εύρους ζώνης και λιγότερα έξοδα για τους παροχείς υπηρεσιών.

1.10.3 Μειονεκτήματα των HDSL2/G.SHDSL.

Το πιο πιεστικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η ανάπτυξη των HDSL2/G.SHDSL είναι οι πολύ αυστηρές απαιτήσεις που θέτει στους μηχανικούς. Ενώ ο κώδικας γραμμής στην HDSL2 δεν είναι ιδιαίτερα πολύπλοκος για να αναπτυχθεί , απαιτεί πολύ αυστηρές γραμμές να ακολουθηθούν. Τα συστήματα πρέπει να λειτουργήσουν μεταξύ των 2db από τα θεωρητικά όρια του χάλκινου καλωδίου που χρησιμοποιείται.

1.11.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά.

Η RADSL είναι από τα αρχικά των Rate Adaptive DSL (προσαρμοσμένου ρυθμού DSL). Rate Adaptive απλά σημαίνει ότι η ταχ/τα της σύνδεσης ρυθμίζεται ώστε να αντιμετωπίζει τις συνθήκες γραμμής που κάθε μονάδα εκπομπής και λήψης βλέπει. Η RADSL, αναφέρεται για τις ADSL υπηρεσίες, αλλά και άλλοι τύποι DSL μπορούν να είναι προσαρμοσμένου ρυθμού. Προσαρμοσμένου ρυθμού υπηρεσίες χρησιμοποιούνται για να επεκτείνουν την απόσταση σε συστήματα που είναι σε περιοχές μακριά από το κέντρο. Αυξάνοντας ή μειώνοντας δυναμικά το ρυθμό μετάδοσης, προσαρμοσμένου ρυθμού τεχνολογία χρησιμοποιεί την βέλτιστη ταχ/τα για την γραμμή.

Η VDSL είναι από τα αρχικά Very high-bit-rate DSL (πολύ υψηλού ρυθμού δεδομένων DSL). Αν και τα πρότυπα της, δεν έχουν ακόμα ολοκληρωθεί, οι ταχύτητες που μπορεί να πετύχει η VDSL είναι πραγματικά απίστευτες. Ρυθμοί δεδομένων από 13, 26 ή πάνω από 52Mbps είναι δυνατοί με την VDSL. Η VDSL είναι ακόμα στην δημιουργία της, αλλά από τώρα φαίνεται ότι θα παρέχεται σε δύο μορφές, η μια συμμετρική όπως η HDSL και η άλλη ασύμμετρη όπως η ADSL.

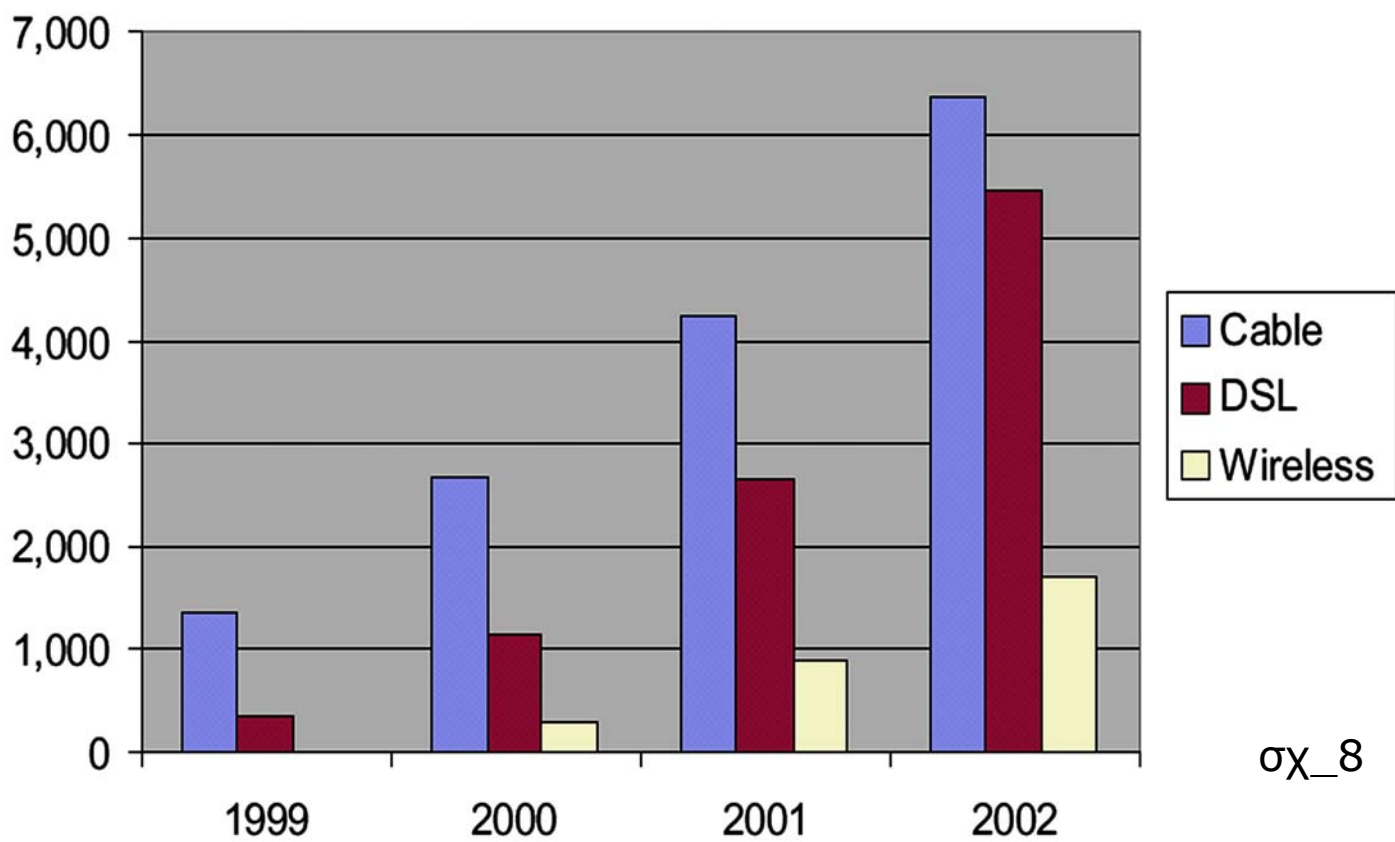
Οι τηλεφωνικές εταιρίες θα επιθυμούσαν τα οπτικά δίκτυα τους πιο κοντά στους καταναλωτές, αλλά αυτό είναι εξαιρετικά ακριβό για να γίνει. Για τα τελευταία 1.000ft (300m) καλωδίωσης εξυπηρετούνται μόνο μερικοί πελάτες που στην πλειοψηφία τους είναι απλοί χρήστες. Η VDSL ισοσταθμίστηκε ώστε να βοηθήσει μία στρατηγική με την ονομασία fiber-to-the-neighborhood (FFTN), ή fiber-to-the-curb (FFTC). Σε αυτά τα σενάρια το οπτικό καλώδιο περνά κοντά από ένα συγκρότημα πελατών και η VDSL προσφέρει το τελευταίο κομμάτι σε κάθε μεμονωμένο πελάτη. Και αυτό γιατί θα χρησιμοποιηθεί ένα πολύ μικρού μήκους καλώδιο μετάδοσης όπου η VDSL μπορεί να προσφέρει τέτοιες απίστευτες ταχύτητες.

Αν και δεν έχει ολοκληρωθεί ακόμα, το πρότυπο της VDSL είναι ITU Recommendation G.993.1 G.VDSL.

	Περιγραφή	Ζεύγη Καλωδ.	Ρυθμοί Δεδομένων	Μήκος	Εφαρμογές
HDSL	High bit-rate DSL	2	1.544 Mbps (784 kbps on each pair)	12 Kft.	Εφαρμογές επιχειρήσεων. Πρόσβαση server. Καθιερωμένος T1 ρόλος.
ADSL	Asymmetric DSL	1	Downstream: 8.448 Mbps 6.312 Mbps 2.048 Mbps 1.544 Mbps Upstream: 16 to 640 bps	9Kft 12Kft 16Kft 18Kft	Πρόσβαση σε Internet/Web από το σπίτι. Περιορισμένη υπηρεσία , Video κατά Απαίτηση.
G.Lite	Splitterless DSL	1	Downstream: 1.544 Mbps Upstream: 512 Kbps	18 Kft.	Πρόσβαση σε Internet/Web από το σπίτι.
HDSL2	High bit-rate DSL 2 nd Generation	1	1.544 Mbps 512 Kbps	13.2 Kft 22.5 Kft	Εφαρμογές επιχειρήσεων Πρόσβαση server. Καθιερωμένος T1 ρόλος. Υψηλής ποιότητας Video-διάσκεψη. Πολλαπλά κανάλια φωνής.
G.shdsl	Generalized HSDL2	1	2.304 Mbps 384 Kbps	13.2 Kft 22.5 Kft	Όμοια με την HDSL2.
VDSL	Very high bit-rate DSL	1	51,84 Mbps 12,96 Mbps	1000 ft 4500 ft.	Fiber to the Neighborhood

Η DSL ανταγωνίζεται τεχνολογίες όπως τα cable modem και wireless σύνδεση , για υψηλών ταχυτήτων πρόσβαση στο Internet. Σύμφωνα με την IDC , εταιρία ανάλυσης-αγοράς , η DSL το 1999 είχε να αντιμετωπίσει 1.350.000 χρήστες στο σπίτι με cable modem. Το 2003 η IDC , υπολογίζει ότι ο αριθμός των χρηστών απ' το σπίτι με cable modem θα έχει αυξηθεί στα 8.980.000 , ενώ η DSL θα έχει κερδίσει τη μάχη στις ευρείας ζώνης συνδέσεις φτάνοντας τα 9.300.000. Στο σχ_8 παρατίθεται ένα χρονοδιάγραμμα από την IDC.

U.S. Broadband Subscribers
(In Thousands)



2.1.1 Ορισμός – Γενικά στοιχεία περί AFE σχεδιασμού.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι υψηλής ταχύτητας σύνδεση πέρα από το όριο των 56Kbps , όπου η υπηρεσία του παλαιού τηλεφωνικού δικτύου (POTS) , βασισμένη στο πρότυπο V.90 παρείχε. Οι μέθοδοι αυτοί περιλαμβάνουν το ISDN (Integrated Services Digital Network) , δορυφορικές συνδέσεις , καλωδιακά modem , υβριδικές οπτικής ίνας-ομοαξονικού και ασύρματοι τοπικοί βρόγχοι. Όλες αυτές οι μέθοδοι τελικά έχουν να κάνουν με τον τοπικό βρόγχο , το «τελευταίο μίλι» είναι μεταξύ του κέντρου της τηλεφωνικής εταιρίας (central office →CO) και του τελικού χρήστη στο κοινό διακοπτικό τηλεφωνικό δίκτυο , [PSTN public switched-telephone network]. Αυτός ο βρόγχος μπορεί να είναι ένα σημαντικό εμπόδιο για την εγκατάσταση ενός καινούργιου τύπου μετάδοσης , ή μπορεί να γίνει μια μοναδική ευκαιρία , εάν γίνει αποτελεσματική εκμετάλλευση της διαθεσιμότητας αυτού του τεράστιου ήδη εγκατεστημένου δικτύου.

Η xDSL τεχνολογία υπόσχεται αρκετά καθώς , χρησιμοποιώντας εξελιγμένα συστήματα επεξεργασίας σήματος , κατωρθώνει να αγγίζει τα όρια που προσδιορίζονται από την θεωρία του μαθηματικού Claude Shannon το 1948 για την χωρητικότητα καναλιού σε πληροφορία , ώστε να επιτυγχάνει ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων στον τοπικό βρόγχο πολλών Mb/sec

Αλλά για να γίνει η xDSL πραγματικότητα , θέλει περισσότερα από πολύπλοκους αλγόριθμους να τρέχουν στα DSP. Τα AFE (analog front end) κυκλώματα που δίνουν την πληροφορία στο DSP για επεξεργασία παίζουν ρόλο κλειδί για την επιτυχή και πρακτική εφαρμογή κάθε τύπου xDSL. Με τον παραπάνω ορισμό εννοούμε τα αναλογικά συστήματα ενός xDSL modem. Είναι αυτά τα οποία προσαρμόζουν τα δεδομένα στην αναλογική γραμμή , κάνουν την αναγέννηση του σήματος και τις μετατροπές A/D και D/A.

Ειδικότερα AFE πρέπει να ψηφιοποιεί να αναγεννά το αναλογικό σήμα με μεγάλη δυναμική περιοχή , να οδηγεί γρήγορα τα μεταβαλλόμενα σήματα σε κακής ποιότητας χάλκινες γραμμές , να «πιάνει» το ασθενές αναλογικό σήμα που εισέρχεται και επικαλύπτεται από εξωτερικά σήματα. Και όλα αυτά χρησιμοποιώντας λίγη ενέργεια σε κάθε τέλος της γραμμής.

μοναδικό συνδυασμό ρυθμού δεδομένων , ασυμμετρικές στον ρυθμό up-stream/downstream δεδομένων και απόσταση που εκτείνονται) , χρειάζεται να στέλνουν ικανοποιητικά επίπεδα σήματος στην γραμμή για να εξασφαλιστεί ότι η ισχύς του σήματος στο δέκτη είναι επαρκής για την αναγέννηση των δεδομένων. Τυπικά επίπεδα ισχύος είναι από 100 έως 400mW , αλλά βραχείς κορυφές σημάτων μπορούν να φτάσουν τα 5 έως 10mW.

2.1.2 Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε στο σχεδιασμό του AFE

Οι απρόβλεπτες στατικές και δυναμικές μεταβολές του τοπικού βρόγχου κάνει την XDSL μια αναλογική πρόκληση. Στις Η.Π.Α το μήκος του βρόγχου μεταξύ του CO (central office) και του customer premises equipment (CPE) μπορεί να είναι από 100 έως 20.000ft (30 έως 6000m). Οι μελέτες αποκαλύπτουν ότι , παρόλο που το 60% των Αμερικανικών γραμμών είναι κοντύτερες από 16.000ft (4800m) , χρειάζεσαι να καλύψεις βρόγχους μέχρι 18.000ft (5400m) για διευρύνεις την πρόσβαση στο 95% του δικτύου. Αυτή η σημαντική επέκταση στα μήκη καθορίζει την ανάγκη ευρείας δυναμικής περιοχής εξαρτήματα στο XDSL σύστημα σου. Ένα σήμα το οποίο προσαρμόζεται για μικρότερο μήκος μπορεί να έχει ανεπαρκή ισχύ για μεγαλύτερο μήκος , ενώ στην αντίστροφη περίπτωση το σήμα θα υπερφόρτωνε τον μικρότερο βρόγχο.

Αν και ο τοπικός βρόγχος στις Η.Π.Α είναι αθωράκιστη συνεστραμένων ζευγών καλωδίωση , δεν πλησιάζουν καν στο να μοιάσουν σε μια κλασσική γραμμή μετάδοσης. Κάθε τοπικός βρόγχος έχει την δική του ιδιαιτερότητα και το μήκος είναι απλά ένα μέτρο αξιολόγησης. Μερικές γραμμές είναι σχετικά ευθείες , άλλες κάνουν κυκλικές διαδρομές κοντά σε πηγές θορύβου.

Μερικές γραμμές είναι καθαρές απ' την αρχή ως το τέλος , ενώ άλλες εμφανίζουν σημάδια κόπωσης από την χρόνια χρήση τους. Αυτές οι παλαιότερες γραμμές μπορεί να περιέχουν βραχυκλωμένους διακλαδωτές , που είναι ατερμάτιστα stub από τα συνεστραμένα ζεύγη καλωδίων που έχουν απομείνει από προηγούμενη καλωδιακή χρήση. Σε άλλες περιπτώσεις τομείς συνεστραμένων καλωδίων έχουν συγκολληθεί για να επεκτείνουν τον τοπικό

αυξάνει την πολυπλοκότητα. Οι Ευρωπαϊκοί βρόγχοι είναι γενικώς κοντύτεροι αλλά ποικίλουν από χώρα σε χώρα. Επιπλέον η διάμετρος των καλωδίων στην Ευρώπη διαφέρουν σημαντικά, και μερικοί βρόγχοι χρησιμοποιούν σύρμα από αλουμίνιο ή συγκολλήσεις αλουμινίου με χαλκό. Ακόμα και αν, από την στιγμή που ξέρεις το μήκος και την στατική του κατάσταση, προσαρμόσεις τις παραμέτρους του xDSL συστήματος για να αντιμετωπίσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις απαιτήσεις ενός συγκεκριμένου τοπικού βρόγχου, ακόμη χρειάζεται να εξομαλύνεις μερικές δύσκολες και μεταβαλλόμενες συνθήκες της γραμμής. Υπάρχει θόρυβος, φυσικά, καθώς ο βρόγχος «πιάνει» όλων των ειδών βραχέα και EMI (electromagnetic interference, ηλεκτρομαγνητική παρεμβολή ΕΜΠ) από ηλεκτρικές εκκενώσεις και γειτονικές γραμμές. Ακόμη υπάρχουν θόρυβοι που οι χρήστες των βρόγχων παράγουν ως μέρος του συμβατικού δικτύου (POTS). Αυτοί οι θόρυβοι συμπεριλαμβάνουν ξαφνικές μεταπτώσεις λόγω του ανοιγοκλεισίματος του αγκίστρου, των τόνων κλήσης, της τάσης κουδουνισμού που το κέντρο στέλνει στο τηλέφωνο, τις διακοπές λόγω αναμονής-κλήσης και τα σήματα κλήσης που παράγει το τηλέφωνο όταν ο χρήστης καλεί. Σε πιο πολύπλοκες καταστάσεις τα τηλεφωνικά συστήματα είναι συμβατά με το παλμικό σύστημα και έτσι στην γραμμή μπορεί να είναι συνδεδεμένα τα παλαιού τύπου τηλέφωνα με περιστρεφόμενο δίσκο.

Αυτοί οι παράγοντες θορύβου και τα μεταβατικά πιέζουν τα XDSL κυκλώματα και συστήματα σε δύο δρόμους.

Πρώτον το hardware πρέπει να έχει επαρκές ανώφλι και δυναμική περιοχή ώστε να εξομαλύνει τους παράγοντες θορύβου και τα μεταβατικά και να είναι αρκετά ανθεκτικό ώστε να μπορεί να δουλέψει με τις δραστικές μεταβολές της αντίστασης που τα συνοδεύουν.

Δεύτερον, αυτές οι προσωρινές διακοπές συχνά αναγκάζουν τους αλγόριθμους του συστήματος σε κατάσταση επανεξέτασης καθώς αυτοί μαθαίνουν να προσαρμόζονται στα νέα επίπεδα σημάτων, φάσμα θορύβου, και τις παραμέτρους SNR (signal to noise ratio). Εν τέλει αυτή η προσαρμογή, επιτρέπει στις XDSL να εργάζονται σε υψηλούς ρυθμούς δεδομένων, αλλά αυτή η προσαρμογή επιδρά σοβαρά στην απόδοση (όγκο-ταχύτητα) των δεδομένων.

Αν και κάθε XDSL παραλλαγή χρησιμοποιεί διαφορετικό πρότυπο σηματοδότησης και διάταξη, μπορούμε να πάρουμε μια καλή ιδέα για τα επίπεδα σήματος ρίχνοντας μια ματιά στο πρότυπο της κοινής ADSL και στην παραλλαγή της το G.Lite.

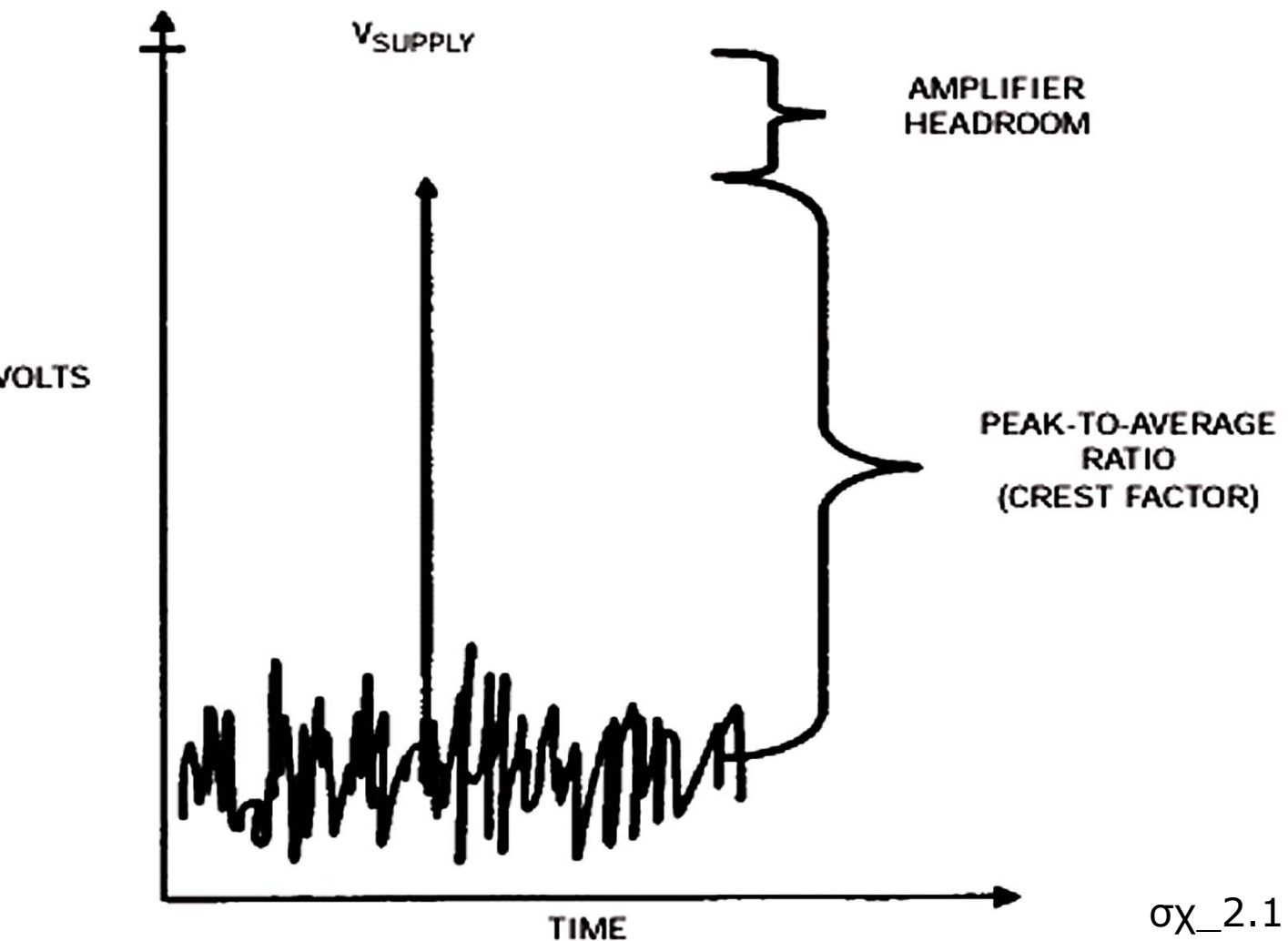
Η DMT διαμόρφωση είναι αναποτελεσματική επειδή έχει σχετικά υψηλό λόγο peak-to-rms (PAR), ή "crest factor" (παράγοντας κορυφής κύματος), στα 5,6 (15db). Η HDSL έχει πιο αποδοτικό PAR στα 4 (12db). Ο οδηγός γραμμής (line driver) πρέπει να διανέμει την ισχύ κορυφής στο προσαρμοστικό κύκλωμα με την γραμμή χωρίς ψαλιδισμούς και παραμορφώσεις.

Οι προδιαγραφές για παραμόρφωση στις XDSL είναι αυστηρές, ακόμα και τα σημερινά υψηλής απόδοσης κριτήρια. Αν και οι επιδιώξεις στην παραμόρφωση εξαρτώνται από την παραλλαγή της DSL, η ολική αρμονική παραμόρφωση (THD) καλύτερη από -70db είναι η ονομαστική πρώτη απαίτηση που πρέπει να επιτύχεις. Για σύγκριση, ένα υψηλής πιστότητας ηχοσύστημα με τις αυστηρές συνδέσεις γραμμής-φορτίου μπορεί να ανυψώνει σε ανώτερη τάξης THD των -90 ή -100db, αλλά και -70db είναι επίσης εντυπωσιακό. Ως αντίθεση, πολλά συστήματα video λειτουργούν με THD περίπου -50db.

Οι επιδράσεις στο σύστημα από την παραμόρφωση είναι σημαντικές. Υπερβολική παραμόρφωση σημαίνει ότι το xDSL DSP πρέπει να διαθέτει πιο πολύπλοκους αλγόριθμους για να εκτελεί διόρθωση λαθών και γι' αυτό μπορεί να χρειάζεται περισσότερες MIPS (Million Instructions Per Second) και παροχή ισχύος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, στο σχεδιασμό, για δοσμένο συνδυασμό DSP/αλγόριθμου να περιορίζεσαι σε χαμηλότερους ρυθμούς δεδομένων και απόσταση από αυτά που θα πετύχαινες με λιγότερη παραμόρφωση.

Μπορείς να επιτύχεις χαμηλότερη παραμόρφωση σε οποιαδήποτε σχεδίαση, εάν επιθυμείς να πληρώσεις την τιμή σε συνδυασμό με μειωμένης απόδοσης ενισχυτή. Εν τούτοις ένα πρακτικό xDSL σύστημα είναι εξαρτημένο από την ισχύ. Για να αυξήσεις την αποδοτικότητα έχει πολλές επιλογές. Πρώτα, υπολόγισε ενισχυτές με συμμετρική (στατική) απόδοση. Αυτό το χαμηλό συμμετρικό ρεύμα μπορεί να επιτύχει μόνο ένα μικρό μέρος από την αποδοτικότητα που ζητάς.

απόδοση του ενισχυτή λογαριάζεται στο σύνολο των απωλειών.
Οι δυναμικές απώλειες εμπεριέχουν πολλούς παράγοντες.
Ο πιο κρίσιμος είναι ότι ο μαγνητισμός στην έξοδο του ενισχυτή γραμμής συγκρίνεται με αυτόν στην γραμμή τροφοδοσίας. Όσο πλησιέστερα σ' αυτόν της γραμμής οδηγεί ο ενισχυτής, τόσο και πιο αποδοτικός είναι (σχ_2.1).



σχ_2.1

Επιπλέον ανώφλι μεταξύ μεταξύ κορυφής σήματος και ισχύος τροφοδοσίας είναι σπατάλη ενέργειας. Ένας οδηγός γραμμής ο οποίος υποστηρίζει τις απαιτήσεις για κορυφή σήματος καθώς λειτουργεί με τροφοδοσία από χαμηλής ισχύος γραμμές είναι πιο αποδοτικός. Αυτή η μικρή διαφορά τάσης, σε αντίθεση, απαιτεί από τους κατασκευαστές ενισχυτών να κατορθώσουν εσωτερικές αρχιτεκτονικές που να ταιριάζουν στην xDSL σηματοδοσία. Για παράδειγμα, αυτοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα ακόλουθο εκπομπού στο στάδιο εξόδου παρά ένα στάδιο Darlington (ακριβότερο) για να επιτύχουν την απαραίτητη ενίσχυση.

απαρμόρφωση της τάσης ως αντάλλαγμα της συνέχειας.

Ο μετασχηματιστής , αυτό το «αρχαίο» ηλεκτρικό εξάρτημα , που ομαλά συζευγνύει τον xDSL οδηγό/δέκτη στην γραμμή και σου επιτρέπει να επιλέξεις ένα περιθώριο τάσης/ρεύματος για την ισχύ που θέλεις να παρέχεις στην γραμμή.

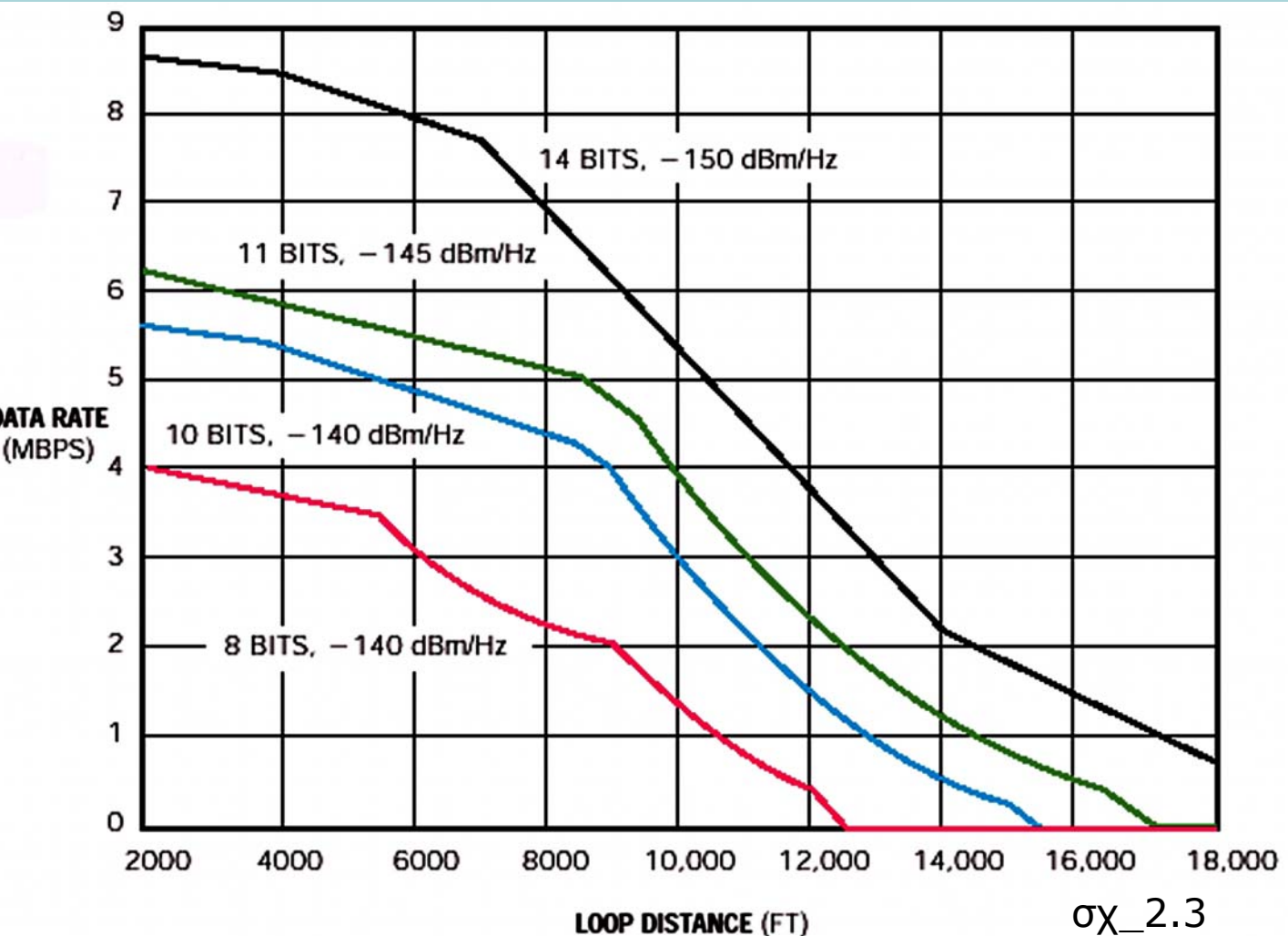
Όλο αυτό το ενδιαφέρον για την ισχύ και την απόδοση μπορεί να φαίνονται υπερβολικά , γνωρίζοντας ότι το CO λειτουργεί σε μια σταθερή ac γραμμή-πηγή και ότι ο τερματισμός των xDSL CPE είναι μια μονού καναλιού συσκευή. Στην πραγματικότητα και τα δύο , CO και CPE , ενδιαφέρονται για την σπατάλη ενέργειας αλλά για διαφορετικούς λόγους.

Στο CO , η πυκνότητα καναλιού – ο αριθμός πελατών που μπορούν να εξυπηρετηθούν – είναι κρίσιμος και το κόστος για παροχή ισχύος συμπεριλαμβάνει και το κόστος για να πετύχουμε εξομάλυνση της με την παροχή ισχύος από UPS αν η ac τροφοδοσία παρουσιάζει αστάθεια ή διακοπές. Να προστεθεί και το κόστος για ψύξη του συστήματος. Επιπλέον , αν η τηλεφωνική εταιρία τροφοδοτεί και τον CPE , τότε το CO ενδιαφέρεται για την ισχύ που πρέπει να παρέχει στη γραμμή και να διαμοιράσει σε όλα τα CPE τμήματα που υποστηρίζει.

Οι λόγοι που η ισχύς απασχολεί το CPE του τελικού χρήστη διαφέρουν πολύ από αυτούς του CO. Διπλή τροφοδοσία , όπως +/-12 , μπορεί να παρέχεται , αλλά η αρνητική τροφοδοσία είναι συχνά μη εξομαλυσμένη και χρειάζεται περισσότερες ρυθμίσεις , ή , το τροφοδοτικό περιορισμένη ικανότητα παροχής ρεύματος. Σε άλλες περιπτώσεις η ισχύς του συστήματος είναι ακριβώς στα 3 ή 5V στη γραμμή , έτσι για υψηλότερη dc τάση απαιτείται ένας step-up dc μετατροπέας. Τελικά αν , και μια xDSL σύνδεση πρέπει να είναι ανοιχτή συνέχεια , ο επιτραπέζιος ή φορητός υπολογιστής που υποστηρίζει μπορεί να χρειάζεται να μπει σε κατάσταση sleep (ύπνου) , ή ο υπολογιστής να πρέπει να έλθει σε Environmental Protection Agency Energy Star ή το όμοιο Community Blue Angel οδηγία για κατάσταση αναμονής [(standby power consumption(κατανάλωση)] , περίπου 1W.

Έχεις μια μικρή δυσκολία για να την εφαρμόσεις με ένα καλά σχεδιασμένο κύκλωμα. Ως συνήθως, παρόλα αυτά ο θόρυβος - ο κριτής ακόμα και για τα ιδανικά κυκλώματα- παρουσιάζεται πάντα. Μια 100Ω γραμμή έχει πυκνότητα θορύβου η οποία κυμαίνεται από $7\text{nV}/\text{Hz}^{1/2}$ έως $32\text{nV}/\text{Hz}^{1/2}$. Για να είσαι σίγουρος ότι το AFE δεν προσθέτει σημαντικά στο επίπεδο θορύβου και να υποβαθμίζει τον SNR, κράτησε τον προστιθέμενο θόρυβο σε λιγότερο από το μισό από τις παραπάνω τιμές πυκνότητας-θορύβου.

Ένα xDSL AFE είναι κάτι περισσότερο από ένας απλός οδηγός γραμμής και δέκτης. Ο A/D μετατροπέας στον δέκτη και ο αντίστοιχος D/A στον εκπομπό, πρέπει να παρέχουν μια πολύ χαμηλής παραμόρφωσης λειτουργία, ή τα ελαττώματά τους να υπερκαλύπτονται από τα πλεονεκτήματα του οδηγού γραμμής και δέκτη. Χρειάζεσαι μετατροπείς (κωδικοποιείτες) με τουλάχιστον 12 (και ακόμη καλύτερα, 14) bits ανάλυση, αν και η ανάλυση είναι μόνο ένα μέτρο της καταλληλότητας του μετατροπέα όπως φαίνεται στο (σχ_2.3).



σχ_2.3

απόδοση του μετατροπέα στην περιοχή συχνοτήτων του είναι κρίσιμη. Επιπλέον, ρυθμοί δειγματοληψίας από 2 και 4 Msamples/sec, ή μεγαλύτεροι, αποδίδουν ένα σημείο ανάλυσης/ταχύτητας αρκετά δύσκολο να επιτευχθεί με υψηλής ποιότητας και χαμηλής ψευδούς-ελεύθερης δυναμικής περιοχής [Spurious-Free Dynamic Range → SFDR].

2.2 Πίνακας με κατασκευαστές xDSL Analog-Front-End εξαρτημάτων

Υπάρχει μια ελκυστική αγορά κατάλληλη, από xDSL AFE παροχείς που έχουν μεγάλη εμπειρία στην γραμμικότητα και μίξη σήματος και η πληθώρα των εξαρτημάτων και των chip-set που έχει «ξεσπάσει», αντανακλά αυτή την ποικιλία.

vendor	Circle	Line	Line	A/D	D/A	Analog	Digital signal
	No.	driver	receiver	converter	converter	front end	processing
Alcatel Microelectronics www.alcatel.com	301	x	x				
Analog Devices Inc www.analog.com	302	x	x	x	x	x	x
Burr-Brown Corp www.burr-brown.com	303	x	x	x	x	x	
DataPath Systems Inc www.datapathsystems.com	304	x					
ElanTec Semiconductor Inc www.elantec.com	305	x	x				
Fujitsu Microelectronics Inc www.fujitsumicro.com	306	x	x				
Linear Technology Corp www.linear-tech.com	307	x	x	x	x		
Maxim Integrated Products www.maxim-ic.com	308	x	x	x	x		
National Semiconductor Corp www.national.com	309	x	x	x	x		
STMicroelectronics Inc www.st.com	310	x	x				
Texas Instruments Inc www.ti.com	311	x	x	x	x	x	x

εξαρτημάτων του συστήματός μας

Αλλά προσοχή : Οποιοδήποτε εξάρτημα το οποίο φαίνεται κατάλληλο για τις xDSL εφαρμογές δεν σημαίνει ότι ταιριάζει στις μοναδικές απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής. Οι κατασκευαστές «αναπροσδιόρισαν» μερικά από αυτά τα εξαρτήματα από άλλα επικοινωνιακά μέσα , όπως βίντεο ή άλλες εφαρμογές. Ο αναπροσδιορισμός δεν είναι αναγκαίο κακό , αλλά χρειάζεται να διαβάσεις προσεκτικά τα φύλλα δεδομένων για να δεις εάν ο κατασκευαστής υπολόγισε τις προδιαγραφές των εξαρτημάτων χρησιμοποιώντας τα ποικίλα xDSL standards στο γενικό τους πλαίσιο.

Εξετάζοντας τη βασική λειτουργία της οδήγησης γραμμής. Για πολλούς ενισχυτές , οι κατασκευαστές κανονικά προσδιορίζουν το μέγιστο ρεύμα εξόδου , ως το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να δώσει ο ενισχυτής σε βραχυκύκλωμα , ή έστω σε ένα φορτίο μερικών Ohm , με $V_{out}=0$ και $R_{load}=0$. Αυτά τα χαρακτηριστικά δεν είναι σημαντικά για ένα οδηγό xDSL. Σε ένα οδηγό xDSL , ενδιαφέρεσαι για ένα ανθεκτικό ρεύμα εξόδου στη χειρότερη γνωστή περίπτωση παραμόρφωσης. Ένα περισσότερο σημαντικό στοιχείο προσδιορίζει το μέγιστο ρεύμα κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας , όπως I_{out} με SFDR -60dB στο 1Mhz σε φορτίο 25Ω. Εάν το IC (ολοκληρωμένο) του οδηγού ή του δέκτη είναι διπλού καναλιού (dual channel) , πρέπει να σιγουρευτείς ότι ισχύουν τα ίδια χαρακτηριστικά και για τα δύο κανάλια , για την τυπική διαφορική διαμόρφωση που χρησιμοποιούν οι xDSL οδηγοί και δέκτες , όπου το ένα κανάλι θα ήταν ενεργό και το άλλο σε κατάσταση ηρεμίας.

Επίσης πρέπει να κάνεις σύγκριση μεταξύ των εξαρτημάτων από διαφορετικούς κατασκευαστές , από ένα xDSL chip set έως ένα απλό τροφοδοτικό. Δεν υπάρχει καλύτερη προσέγγιση πάνω σ' αυτό το θέμα. Μελετώντας εξαρτήματα από διαφορετικούς κατασκευαστές σου επιτρέπει να επιλέξεις τα καλύτερα από αυτά που είναι διαθέσιμα και να τα ταιριάξεις στις δικές μοναδικές απαιτήσεις. Την ίδια στιγμή κατασκευαστές που προσφέρουν chip sets αντισταθμίζουν την αδυναμία σε κάποιο εξάρτημα με το να προσφέρουν δύναμη σε κάποιο άλλο. Ίσως πιο σημαντικό είναι , ο κατασκευαστής chip set να υπολογίζει τον συνδυασμό των Ics σε ένα υψηλότερο επίπεδο από τα ανάλογα xDSL πρότυπα ,

το βάρος των δοκιμών.

Τα φίλτρα είναι σημαντικό στοιχείο των xDSL AFEs. Οι περισσότεροι κατασκευαστές ενσωματώνουν τα φίλτρα στα xDSL ICs για να κάνουν δυνατό να κερδίσουν απ' το αρχικό κατάσκευαστικό κόστος (OEM = Original Equipment Manufacturer) και το μέγεθος και να ταιριάξουν την απόδοση του φίλτρου στον οδηγό , τον δέκτη και γενικά στην απόδοση του μετατροπέα. Μεταβαλλόμενης χωρητικότητας φίλτρα είναι πιο εύκολο να κατασκευαστούν σ' ένα ολοκληρωμένο απ' ότι συνεχούς χρόνου σχεδιάσεις , όμως τα μεταβαλλόμενα φίλτρα έχουν υψηλότερο θόρυβο. Αν και , ο κατασκευαστής σχεδιάζει το φίλτρο σαν κομμάτι ενός μεγαλύτερου IC ή chip set , μπορεί να συγχρονίσει τη λειτουργία του φίλτρου με τον μετατροπέα και τον ενισχυτή. Αυτό το διευρυμένο πλαίσιο κατασκευής , υποβαθμίζει το συνολικό θόρυβο.

Η Analog Devices έχει ξεχωριστά εξαρτήματα , που περιλαμβάνουν AFE chip sets όπως επίσης και chip sets που περιλαμβάνουν DSPs. Το [AD8017](#) { 2.78\$ τα 1000} , είναι διπλός υψηλού ρεύματος ενισχυτής που παρέχει ένα 1600V/μsec παλμό που τροφοδοτεί 270mA σε ένα 10Ω φορτίο και έχει SFDR της τάξης των -58dB στο 1Mhz. Το ρεύμα ηρεμίας είναι 7mA για κάθε ενισχυτή και ο ενισχυτής προσφέρει την δυναμική του απόδοση μέσα από μια γραμμή τροφοδότησης μεταξύ 1V & 12V. Από την άλλη μεριά του φάσματος της ολοκλήρωσης , η Analog προσφέρει το 50\$ (OEM) [AD20msp18](#) chip set για ADSL. Αυτό , των 5 ολοκληρωμένων chip set υποστηρίζει πρόσβαση στο Internet με ρυθμό 4,5Mbps downstream και 450Kbps upstream και περιλαμβάνει ένα ασύγχρονης μεταφοράς modem διασύνδεσης , ένα DMT συνεπεξεργαστή , αναλογικούς/ψηφιακούς μετατροπείς , ένα DSP , και ένα πρόγραμμα διαχείρισης. Όλα τα χαρακτηριστικά υποστηρίζουν τα ANSI , ETSI και ATU standards.

Η [Burr-Brown](#) ενεργοποιείται στην περιοχή των οδηγών γραμμής. Η εταιρία προσφέρει το 2.95\$ (1000) DRV1101 , 5V τροφοδοσία , 230mA-ρκ συνεχούς , οδηγό για ADSL G.Lite συστήματα που υποστηρίζει THD μικρότερη από -81dB σε όλη την περιοχή τάσης σε ένα 1000Ω φορτίο. Το 8-pin IC παρέχει το πολύ 10dBm της μέσης ισχύος της γραμμής με , συντελεστή κορυφής 5,3 , για κορυφή παρεχόμενης ισχύος 25dBm.

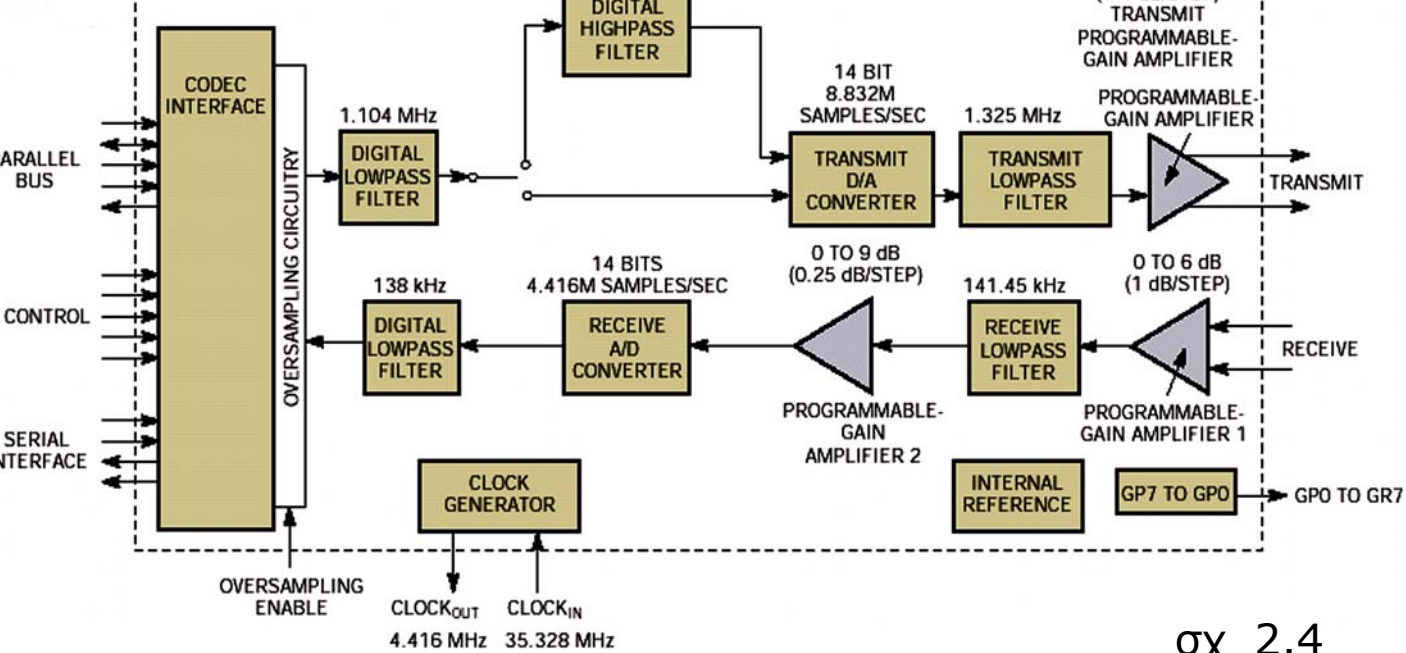
Προχωρώντας παραπέρα στην αλυσίδα παραγωγής , η Burr-Brown προσφέρει μια σειρά από AFEs , όπως το [AFE1203](#) και το όμοιο 14.40\$ (1000) [AFE1205](#) για HDSL. Αυτά τα εξαρτήματα επιτρέπουν μια μονού ζεύγους HDSL σύνδεση να λειτουργεί στη διπλάσια από την προηγούμενη της ταχ/τα , 2,3Mbps , και υποστηρίζουν μεταβαλλόμενο ρυθμό δεδομένων ώστε να ρυθμίζουν την λειτουργία , την σπατάλη ενέργειας και την απόκριση του φίλτρου σύμφωνα με την συχνότητα ρολογιού και τον ρυθμό δεδομένων , πολύ χαμηλά έως 160Kbps. Μέσα στο 48-pin SSOP , ο τομέας του εκπομπού , με φίλτρα και buffers παράγει τα δεδομένα εξόδου σε 2B2Q format. Ο εσωτερικός διαφορικός οδηγός γραμμής , του τμήματος εκπομπής , χρησιμοποιεί ένα σύνθετης διάταξης στάδιο εξόδου. Η λειτουργία σε τάξη B , οδηγεί μεγάλα σήματα με απόδοση και σε τάξη AB ελαχιστο-

δέκτη με τον , 4ου επιπέδου delta-sigma A/D μετατροπέα , τον προγραμματιζόμενο ενισχυτή κέρδους (0 έως 9dB) και τον 24x ρυθμό υπερδειγματοληψίας , φιλτράρει και ψηφιοποιεί τα δεδομένα λήψης σε ρυθμούς συμβόλων στα 1168Khz (για 2.3Mbps λειτουργία).

Αν και η Texas Instruments είναι συνήθως γνωστή ως κατασκευαστής DSP , η εταιρία ανέπτυξε ένα ευρύ xDSL αναλογικό προϊόν. Για παράδειγμα , προσφέρει τον 4.80\$ (1000) 400mA διπλό διαφορικό οδηγό γραμμής THS6012 για το CO (central office) και τον όμοιο 200mA , 3.71\$ (1000) διπλό οδηγό για τον CPE (Customer Premises Equipment) THS6022. Το THS6012 προσφέρει - 72dB τρίτου βαθμού αρμονική παραμόρφωση στο 1Mhz με 25Ω φορτίο και 20Vp-p σήμα. Η συνεχούς ανάδρασης τοπολογία του παρέχει ρυθμούς ύψους 1300V/μsec με κέρδος 5. Η εταιρία σχεδιάζει τις CPE συσκευές για μικρότερα φορτία και χαμηλότερα επίπεδα ρεύματος. Τα χαρακτηριστικά απόκρισης στην παραμόρφωση είναι -69dB 3ου βαθμού αρμονική παραμόρφωση σε φορτίο 50Ω και τάση 20Vp-p..

Η TI δεν ξέχασε τον ισοδύναμο κρίσιμο ADSL δέκτη. Ο 5.79\$ (1000) , 70Mhz THS7002 δέκτης έχει δύο στάδια: Ένας PGA (Programable Gain Amplifier) ακολουθεί ένα χαμηλού θορύβου ανάδρασης τάσης προενισχυτή. Ο προενισχ. έχει θόρυβο $2\text{nV}/\text{Hz}^{1/2}$ και τροφοδοτεί ένα ψηφιακά ελεγχόμενο στάδιο κέρδους όπου μπορείς να το ρυθμίσεις από 20 έως -22dB κέρδος σε βήματα των 6dB. Μπορείς να τοποθετήσεις ένα εξωτερικό φίλτρο , αν η εφαρμογή σου το απαιτεί , μεταξύ των δύο σταδίων.

Η TI έχει ακόμη κωδικοποιητές για κάθε άκρο της σύνδεσης. Για την πλευρά του CPE , μελετάμε τον 320AD11APZ κωδικοποιητή για ADSL που υποστηρίζει 8Mbps downstream και 640Kbps upstream λειτουργία. Αυτό το 3,3V , 100-pin IC περιέχει ένα 14-bit κύκλωμα εκπομπού και δέκτη (συμπεριλαμβάνοντας κυκλώματα κέρδους και φίλτρα) , ένα ρολόι , μία πηγή και ένα προσαρμογέα (παράλληλο για δεδομένα και σειριακό για έλεγχο) όπως επίσης και POTS φίλτρα. Ο συμπληρωματικός κωδικοποιητής της TI για την πλευρά του CO είναι ο TVL320AD12APZ που φαίνεται στο επόμενο σχήμα (σχ_2.4).



$\sigma\chi_{2.4}$

The Texas Instruments TLV320AD121PZ central-office-side codec shows the amount of analog-signal processing you need in addition to the line drivers and receivers.

Η STMicroelectronics διαχωρίζει τις λειτουργίες της στον : [STLC60135](#) DMT πομποδέκτη και το 50\$ (10.000) [STLC60134](#) AFE. Αυτό το AFE έχει ένα 12-bit , 8.8Msamples/sec A/D μετατροπέα και δύο D/A μετατροπείς. Καταφέρει 16 έως 640Kbps upstream και 1.536 έως 8.192Mbps downstream δεδομένα. Το 64-pin IC , το οποίο καταναλώνει 0,5W στα 3,3V , ακόμη περιλαμβάνει 3ου και 4ου βαθμού συντονιζόμενα , συνεχούς χρόνου , φίλτρα. Το κέρδος εκπομπής ρυθμίζεται με βήματα του 1dB σε μια περιοχή εύρους 15dB. Αντίστοιχα το κέρδος στο δέκτη ρυθμίζεται σε μια περιοχή εύρους 31dB , βήμα 1dB.

Η Alcatel επίσης τμηματοποιεί το 50\$ (OEM) MTK-20131 ADSL modem chip set της σε ψηφιακές και αναλογικές λειτουργίες. Το MTC-21034 AFE έχει ένα 12-bit A/D και D/A μετατροπείς στα 8.8Msamples/sec , υποστηρίζοντας 640 Kbps upstream και 8,8Mbps downstream δεδομένα. Συντονιζόμενα , με 1dB μέγιστο κυματισμό αναλογικά φίλτρα σου δίνουν την δυνατότητα να θέσεις συχνότητες αποκοπής στα 138Khz για το upstream κανάλι και 1,1Mhz για το downstream κανάλι. Το AFE περιλαμβάνει ένα γραμμικό προ-οδηγό ο οποίος οδηγεί τον εξωτερικό οδηγό γραμμής. Πρέπει χωριστά να τοποθετήσεις τον οδηγό γραμμής.

ADSL συσκευές στην αγορά.

Η Datapath Systems Inc. οικοδομεί στην εμπειρία της στη μίξη σήματος από τα εξαρτήματα αποθήκευσης δεδομένων σε δίσκο. Η εταιρία ανέπτυξε το [DSP8000](#) για τον CPE και το DSP8001 για τα CO AFEs. Αυτά περιλαμβάνουν ένα 14-bit A/D και D/A μετατροπέα με λειτουργία 4.416Msamples/sec και συστήματα δέκτη με κατώφλι θορύβου το οποίο είναι 150dBm/Hz υψηλότερο από 300Khz. Αυτά τα 22\$ (100) , 128-pin ICs , ακόμη περιλαμβάνουν 4ου επιπέδου κατωδιαβατά φίλτρα με 5% αποκοπής συχνότητας ανοχή , προγραμματιζόμενο κέρδος από το χρήστη και ένα 12-bit DAC για τον ελεγχόμενο από τάση κρυσταλλικό ταλαντωτή.

Άλλοι παραδοσιακοί κατασκευαστές γραμμικών κυκλωμάτων συνεισφέρουν των xDSL επιμέρους τμημάτων. Της [Maxim](#) , το 39,96\$ (1000) MAX1201 , ένας 5V , 14-bit A/D μετατροπέας , παρέχει ρυθμούς επεξεργασίας έως 2.2Msamples/sec με SFDR 86dB στο 1Mhz και SNR 81dB. Για τον xDSL δέκτη , η σειρά MAX414x προσφέρει μια ποικιλία από υψηλής ταχ/τας , χαμηλής παραμόρφωσης , διαφορικούς δέκτες γραμμής. Το MAX4145 , για παράδειγμα , έχει θόρυβο εισόδου $3,8nV/Hz^{1/2}$ για κέρδος 10 , το οποίο υποστηρίζει τα 180Mhz εύρους συχνοτήτων του με προκαθορισμένη ενίσχυση x2 , 600V/μsec ρυθμό , και -92dB SFDR με συχνότητα 10Khz.

Η [Linear Technology Corp](#) επίσης έχει A/D μετατροπείς που μπορείς να χρησιμοποιήσεις σε xDSL εφαρμογές. Το 20\$ (1000) [LTC1414](#) , ένα 14-bit IC με 2.2Msamples/sec ικανότητα , έχει SNR και παραμόρφωση 78dB και SFDR 86dB στη Nyquist συχνότητα εισόδου του 1.1Mhz. Αυτό το IC , με +/-2,5V εύρος εισόδου και 28-pins , περιέχει ένα κύκλωμα κράτησης παλμού με εύρος συχνοτήτων 40Mhz.

Η Elantec ενεργοποιείται στην περιοχή των οδηγών γραμμής . Το 4,9\$ (10.000) [EL1504C](#) διαφορικός οδηγός γραμμής παρέχει το πολύ 45Vp-p σε 200Ω φορτίο. Η τυπική παραμόρφωση για μέγιστη έξοδο είναι -60dB στα 2Mhz. Το 20-pin IC ταιριάζει για 6Mbps ADSL εφαρμογές στα 18.000ft. Το 16-pin EL1505C μπορεί να ταιριάζει για μικρότερες αποστάσεις , ταχ/τα , κόστος , ισχύ.

Semiconductor μπορεί να ταιριάζει στις ανάγκες σου , εάν δεν τρέχεις ένα πλήρους ρυθμού ή πλήρους απόστασης xDSL σύστημα. Αυτό των 1800V/μsec IC που η National προόριζε για διανομή video , παρέχει μέγιστο ρεύμα εξόδου 85mA. Έχει THD -89dB στο 1Mhz και αναπτύσσει 1Vp-p 500Ω φορτίο.

Παρέχοντας μια διαφορετική μίξη ολοκλήρωσης , το Fujitsu Microelectronics [MB86626](#) ADSL AFE , ολοκληρώνει όλα τα ενεργά κυκλώματα (εκτός από τον οδηγό γραμμής στον από την πλευρά της εκπομπής) σε ένα 80-pin IC. Παρέχει 15-bit A/D και D/A μετατροπείς , ενεργά φίλτρα και ελεγχόμενο κέρδος με εύρος από 0 έως 38dB. Η αρχιτεκτονική του IC υποστηρίζει αναλογική και ψηφιακή απαλοιφή ηχούς και μπορείς να χρησιμοποιήσεις το ίδιο ολοκληρωμένο και στα CO και στα CPE συστήματα , όπως επίσης για πλήρη ADSL λειτουργία και τις G.Lite παραλλαγές της.

2.5 Για ένα σωστό συνδυασμένο αποτέλεσμα απαιτούνται να γίνουν δοκιμές .

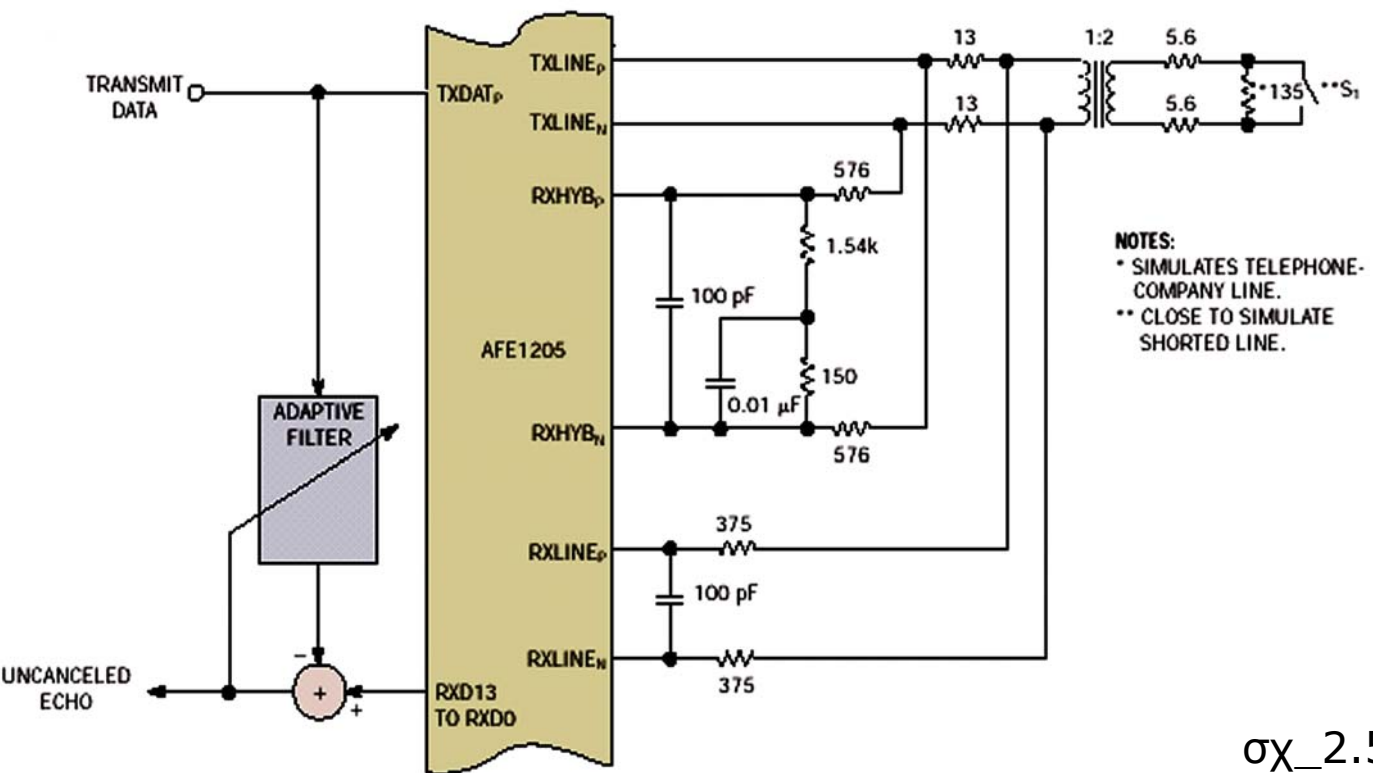
Όποια και ICs ή chip sets αποφασίσεις να χρησιμοποιήσεις , να σιγουρευτείς ότι έκανες αρκετά σκληρές ερωτήσεις στον κατασκευαστή. Οι ADSL συσκευές , που υποστηρίζουν 13-bit ανάλυση με 2Msample/sec απόδοση , χρειάζονται εξοπλισμό 16-bit με 6M έως 32Msample/sec απόδοση για ικανοποιητική δοκιμή. Πολύ κρίσιμες είναι και οι πολυτονικές (multitone) δοκιμές στα xDSL συστήματα. Εάν ο κατασκευαστής επινόησε και σχεδίασε το xDSL κομμάτι από την αρχή , σιγουρέψου ότι η εταιρία δοκίμασε το κομμάτι με πολλαπλούς τόνους ώστε να αντιμετωπίσει τις σχετικές προδιαγραφές. Εάν ο κατασκευαστής επαναπροσδιορίσει ένα κομμάτι από άλλη αρχικά εφαρμογή προς την xDSL, δές πώς οι προδιαγραφές της συσκευής σχετίζονται με τις ανάλογες xDSL απαιτήσεις.

Εάν ο κατασκευαστής προσφέρει υψηλότερου επιπέδου ή πιο υψηλά ολοκληρωμένες xDSL δυνατότητες , έχεις το πλεονέκτημα να πλησιάσεις πιο κοντά στην τελική πραγματοποίηση της διάταξης του συστήματος. Για παράδειγμα μιας «μη απαλοιψιμής ηχούς» δοκιμή , που το Burr-Brown AFE1205 φύλο δεδομένων

που ο εκπομπός και ο δέκτης παράγουν ανεξάρτητα από το πόσο μακριά βρίσκεται η πηγή του σήματος ή ο προσθετικός θόρυβος γραμμής (σχ_2.5). Αυτό το τεστ χρησιμοποιεί μια γνωστή ακολουθία συμβόλων, την περνά μέσα από τον εκπομπό, ένα μετασχηματιστή προσαρμογή γραμμής, και μια αντίσταση που παίζει το ρόλο της γραμμής και τότε ανακλά το σήμα πίσω στον δέκτη που αναγεννά το σήμα. Ένα επεξεργαστής συγκρίνει και ανακτά τα αναγεννημένα bit δεδομένων στην έξοδο ενός φίλτρου προσαρμογής, που επίσης λαμβάνει την αυθεντική ακολουθία δεδομένων.

Να σιγουρευτείς ότι ο κατασκευαστής έχει δεδομένα τα οποία συγκρίνουν την απόδοση των AFE με τις παραμέτρους για τις κατάλληλες περιοχές συχνοτήτων εκπομπής και λήψης, για την πυκνότητα θορύβου, και για τις χρονικές σταθερές για τις διάφορες xDSL παραλλαγές.

Δοκιμή με ηχώ για τη μέτρηση της απόδοσης του xDSL δέκτη.



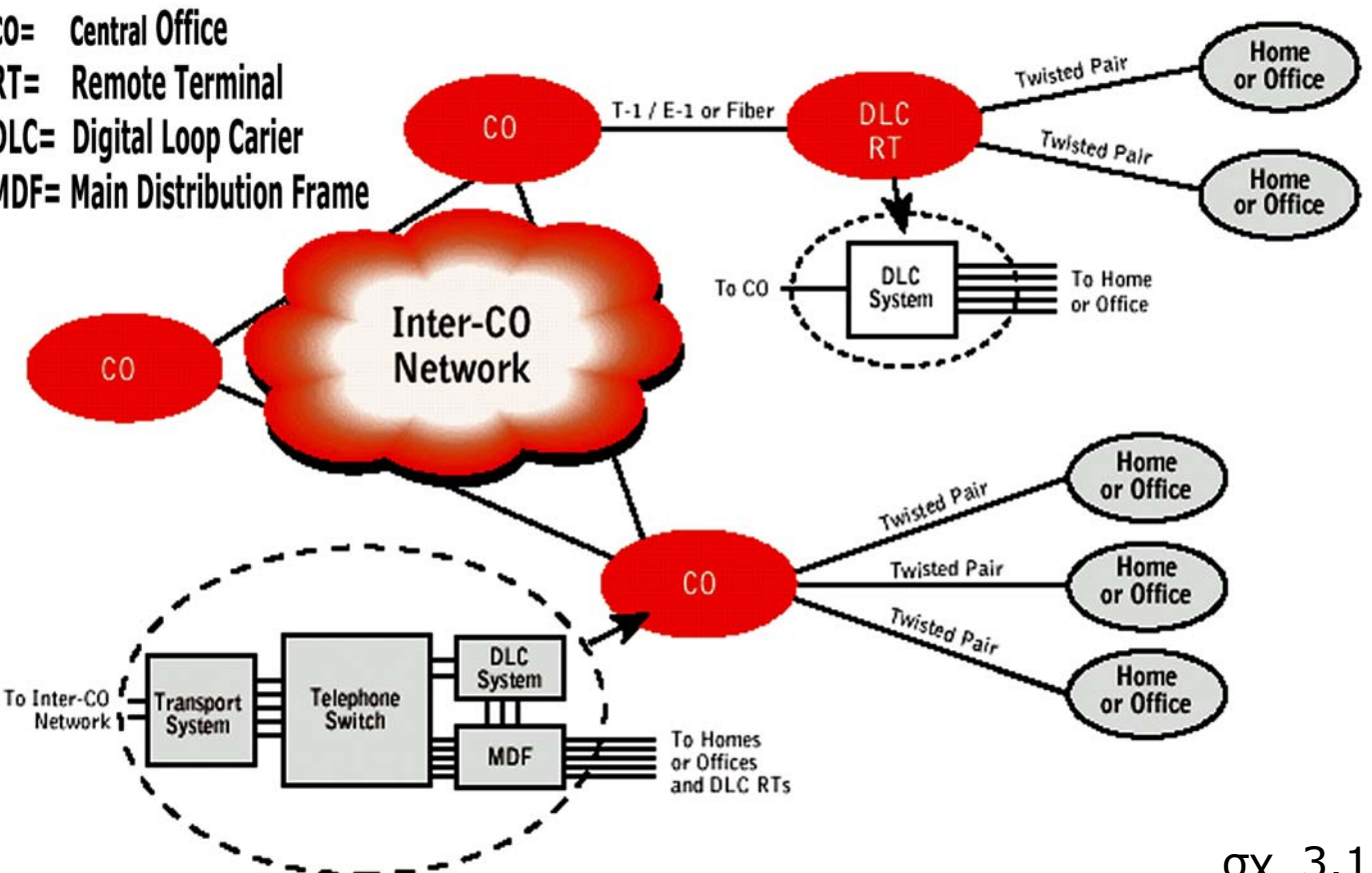
σχ_2.5

An uncanceled-echo test eliminates the far-end signal source and additive line noise, so you can measure xDSL transceiver performance; you route the test symbol sequence to the xDSL circuitry as well as an adaptive filter (adapted from Burr-Brown).

3.1 Δίκτυα Τηλεφωνίας και xDSL Τεχνολογία

Όπως συζητήσαμε στην εισαγωγή, η παραδοσιακή υποδομή χαλκού, το ILEC/PTO δίκτυο σχεδιάστηκε για να μεταφέρει φωνή και παρέχει αυτή τη λειτουργία αρκετά καλά. Ωστόσο, το υπάρχον τηλεφωνικό δίκτυο δεν είναι ιδιαίτερα ικανό στο να μεταφέρει υψηλής ταχύτητας δεδομένα.

Στο σχ_3.1, δείχνουμε ένα παραδοσιακό ILEC/PTO δίκτυο διαμορφωμένο για να υποστηρίζει χαμηλής ταχ/τας δεδομένα (πχ 28.8 Kbps) αλλά και υψηλότερης. Στην πλευρά του πελάτη, ένα στάνταρ αναλογικό modem χρησιμοποιείται για να παρέχει μιας χαμηλής ταχ/τας σύνδεση στο τοπικό δίκτυο, ενώ ένα Digital Service Unit (DSU) ή ένα Network Termination Unit (NTU) χρησιμοποιείται για υψηλότερης ταχ/τας ψηφιακές συνδέσεις, όπως 56/64 Kbps ή T1/E1 υπηρεσίες.

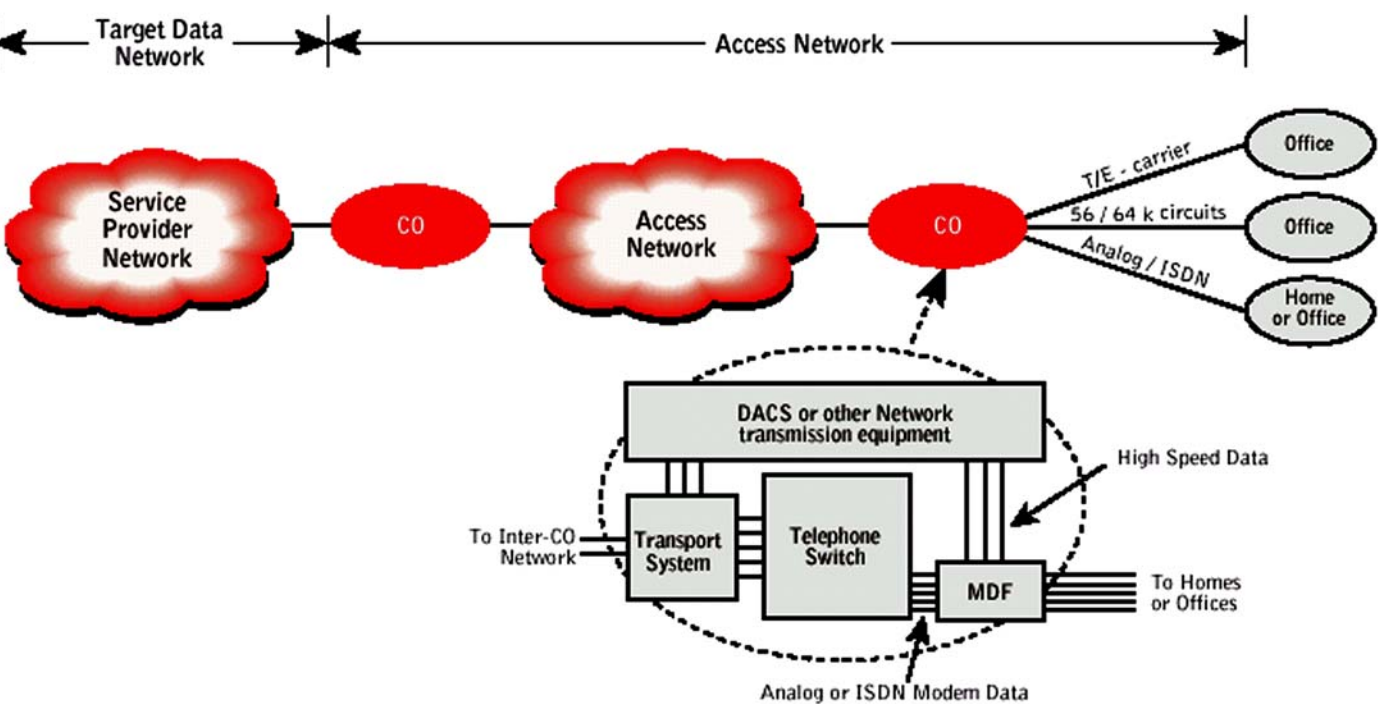


σχ_3.1

στον υψηλότερης ταχ/τας ψηφιακό κόσμο , θα παρατηρήσουμε μια σημαντική αλλαγή να συμβαίνει στην τοπολογία του CO. Ενώ τα δεδομένα από τα αναλογικά modem μεταφέρονται διαμέσω του τηλεφωνικού διακοπτικού κέντρου του δικτύου , τα υψηλής ταχ/τας δεδομένα παρακάμπτον τυπικά το διακοπτικό κέντρο εντελώς. Αυτό γίνεται επειδή το τηλεφωνικό διακοπτικό κέντρο δεν σχεδιάστηκε για να μεταφέρει υψηλής ταχ/τας δεδομένα.

Στο σχ_3.2 μπορούμε να ιχνηλατήσουμε τη διαδρομή των , υψηλής ταχ/τας δεδομένων , κυκλωμάτων κατά μήκος του τοπικού βρόγχου των DACS και του συστήματος μετάδοσης όπου παρακάμπτεται το τηλεφωνικό διακοπτικό κύκλωμα.

Από την στιγμή που τα DACS χρησιμοποιούνται ως η βάση για τη μεταγωγή , από την αρχή μέχρι το τέλος του δικτύου χρησιμοποιείται τεχνολογία TDM (Time Division Multiplexing).



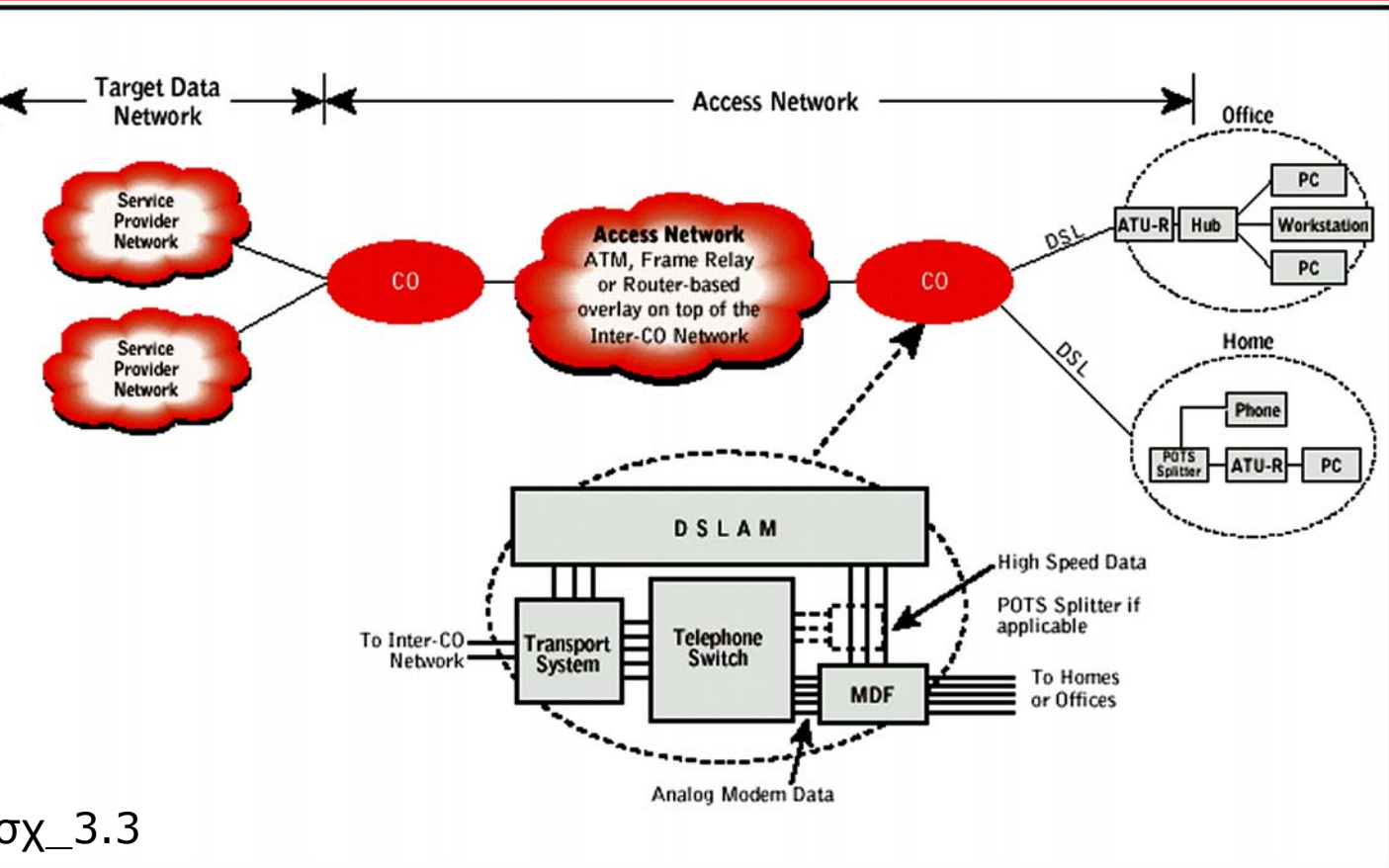
σχ_3.2

→ **DACS : Digital Access and Cross-Connect System.** A device that allows DS0 channels to be individually routed and reconfigured.

δεδομένων που βασίζονται στις τεχνολογίες των παραδοσιακών αναλογικών modem , ενσωματώνονται αρμονικά στο POTS δίκτυο ενώ , οι υπηρεσίες , υψηλότερων ταχ/των πρέπει να διαμορφωθούν σε ένα αφιερωμένο δίκτυο που να παρακάμπτει το διακοπτικό κέντρο ολοκληρωτικά. Σε αυτή την έννοια θα επεκταθούμε καθώς θα ερευνήσουμε την αρχιτεκτονική των xDSL συστημάτων.

Στο σχ_3.3 παρουσιάζουμε ένα διάγραμμα αναφοράς ενός DSL δικτύου. Αρκετοί τύποι συστημάτων για , εξοπλισμό δικτύου δεδομένων απαιτούνται , για την επίτευξη υψηλής ταχ/τας DSL υπηρεσιών.

Παρατηρούμε ένα πολλαπλών υπηρεσιών DSLAM τοποθετημένο μέσα στο CO και ένα DSL Remote Transceiver Unit (ATU-R) τοποθετημένο στο σπίτι ή στο απομακρυσμένο κέντρο. Ταχύτητες μετάδοσης από 7 Mbps και πάνω είναι δυνατό , εξαρτώμενες από ένα αριθμό παραγόντων που περιλαμβάνουν : Τον εξοπλισμό , το μήκος του βρόγχου και την φυσική κατάσταση του βρόγχου.



σχ_3.3

→ **DSLAM** : Digital Subscriber Line Access Multiplexer. A platform for xDSL that provides high-speed data transmission over traditional twisted-pair wiring.

Όταν , η DSL τεχνολογία άρχισε να αναπτύσσεται στον τοπικό βρόγχο , επέτρεψε υψηλής ταχ/τας πρόσβασης υπηρεσίες χωρίς επαναλή-πτες. Όταν οι DSL υπηρεσίες προβλέπονταν , τα δεδομένα που λαμβάνονταν στο CO παρέκαμπταν το τηλεφωνικό διακοπτικό δίκτυο φωνής , συγκεντρώνονταν και μεταδίδονταν προς το εσωτερικό δίκτυο με τα DACS. Όπως θα δείξουμε σε λίγο , ένας Digital Subscriber Line Multiplexer (DSLAM) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ομαδοποιήσει τα κανάλια των δεδομένων πριν μεταδοθούν. Επιπλέον , θα δείξουμε πως με τεχνολογία πολύπλεξης πακέτων και κελιών που επιπλέον της TDM μπορεί να εφαρμοστεί στον DSLAM , πετυχαίνουμε πολύ μεγαλύτερη εκμετάλλευση του εύρους συχνοτήτων.

Θα περιγράψουμε τώρα κάθε συγκεκριμένο σύστημα και την λειτουργία του μέσα σε μια εκτεταμένη DSL λύση.

3.2.1 Σύστημα μεταφοράς (Transport System).

Αυτό το σύστημα παρέχει το κύριο μέσω προσαρμογής για μετάδοση στο κυρίως δίκτυο από τον DSLAM. Αυτή η συσκευή πρέπει να παρέχει συγκεκριμένες λειτουργίες όπως T1/E1, T3/E3, OC-1, OC-3, STS-1, και STS-3.

3.2.2 Τοπικό Δίκτυο Πρόσβασης (Local Access Network).

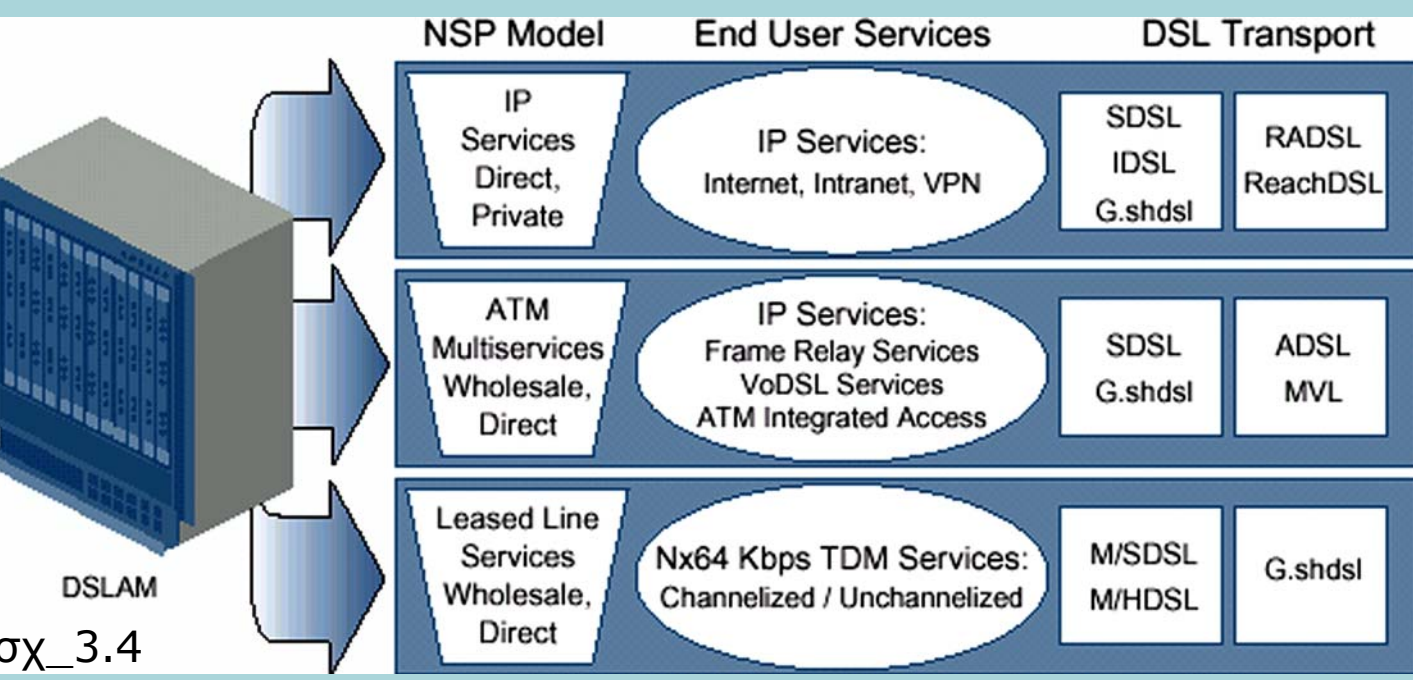
Το τοπικό δίκτυο πρόσβασης χρησιμοποιεί το τοπικό εσωτερικό CO δίκτυο ως βάση. Με σκοπό να παρέχει διασύνδεση μεταξύ πολλών παροχέων υπηρεσιών και πολλαπλών χρηστών , επιπρόσθετος εξοπλισμός απαιτείται. Frame Relay switches , ATM switches και/ή δρομολογητές (routers) μπορεί να χρειαστούν μέσα στο δίκτυο πρόσβασης γι' αυτό το σκοπό. Όλο και περισσότεροι ILECS/PTOs ενδιαφέρονται για ATM εξοπλισμό ώστε να εκπληρώσουν αυτό το σκοπό.

Μερικές φορές επιβάλλεται να εξετάσουμε την έννοια του Κόμβου Πρόσβασης [Access Node → AN]. Ο AN είναι ο τομέας όπου τα διακοπτικά και/ή ο εξοπλισμός με τους δρομολογητές είναι τοποθετημένα. Ανάλογα με την κλίμακα του επιθυμητού δικτύου πρόσβασης και τα κόστη που σχετίζονται με την

LAN που να δημιουργούν ένα συγκρότημα στην κορυφή του Inter-CO δικτύου. Σε μερικές περιπτώσεις ο AN ολοκληρώνεται μέσα στον DSLAM.

3.2.3 Multiservices Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM).

Διαμένοντας μέσα στο περιβάλλον του CO , ο DSLAM είναι ο ακρογωνιαίος λίθος για τις xDSL λύσεις. Λειτουργικά , ο DSLAM συγκεντρώνει την κίνηση των δεδομένων από πολλαπλούς DSL βρόγχους απ' το κυρίως δίκτυο για την διασύνδεση τους με το υπόλοιπο δίκτυο. Ο DSLAM παρέχει υπηρεσίες για τα πακέτα , κελιά και/ή εφαρμογών σε κυκλώματα διαμέσω της πολύπλεξης των DSL γραμμών σε 10Base-T, 100Base-T, E1/T1, E3/T3 ή ATM μορφή εξόδου (σχ_3.4).



Επιπλέον των λειτουργιών πολύπλεξης και αναλόγως της συγκεκριμένης υπηρεσίας που προβλέπεται , ένας DSLAM μπορεί να παρέχει πρόσθετες λειτουργίες. Ο DSLAM μπορεί , σε μερικές περιπτώσεις , να απαιτηθεί να ανοίξει πακέτα δεδομένων για να εκτελέσει κάποιες λειτουργίες. Για παράδειγμα , για να υποστηρίξει δυναμικής απόδοσης IP διευθυνσιοδότηση χρησιμοποιώντας ένα Dynamic Host Control Protocol (DHCP) , κάθε πακέτο πρέπει να αναγνωριστεί με σκοπό να κατευθυνθούν τα πακέτα στο προορισμό τους (αυτό αναφέρεται και ως DHCP-Relay λειτουργία).

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΠΑΡΟΧΗ
Παροχή Πολλαπλών Υπηρεσιών	Προστασία της επένδυσης. Καθώς μεγαλώνει η DSL αγορά , οι διαφορετικές υπηρεσίες θα πολλαπλασιάζονται επίσης. Οι DSLAMs πολλαπλών υπηρεσιών αναιρούν την ανάγκη για πολλαπλά ανεξάρτητα πλαίσια , αλλά μάλλον χρησιμοποιούν κυκλώματα σε κάρτες μέσα στον DSLAM που παρέχουν ποικίλες υπηρεσίες και εφαρμογές.
Παροχή DSL Κώδικα Γραμμής	Ικανότητα αναβάθμισης. Ο DSLAM θα πρέπει να υποστηρίζει μια ποικιλία από DSL κώδικες γραμμής (πχ CAP, DMT, QAM) και πρωτόκολλα γραμμής.
Πολύπλεξη DSL Γραμμών	Η εξοικονόμηση κλίμακας και χώρου είναι όφελος. Πολλαπλές DSL γραμμές πολυπλέκονται σε μία έξοδο για σύνδεση με το δίκτυο , είναι πιο αποδοτικό και χαμηλότερου κόστους από την αναλογία 1:1.
Ικανότητα Αυξομείωσης	Δυνατότητα εξυπηρέτησης από λίγους έως πολλούς χρήστες σε ανταγωνιστικές τιμές.
Συντηρησιμότητα	Σύμφωνος με τις NEBS απαιτήσεις για ευκολία στην εγκατάσταση και αυξημένη συντήρηση.
NMP (Simple Network Management Protocol).	Πρότυπα προσανατολισμένα για συμβατότητα με ποικίλες NMS πλατφόρμες και αξιόπιστη διαχείριση του δικτύου από την αρχή έως το τέλος.

3.2.4 Remote DSL Tranceiver Unit (ATU-R).

Ο απομακρυσμένος πομποδέκτης είναι ο εξοπλισμός από τη μεριά του χρήστη , ο οποίος τον συνδέει με τον DSL βρόγχο. Η ATU-R σύνδεση είναι τυπικά μια 10 Base-T, V.35, ATM-25 ή E1/T1 πολλαπλών πόρτων συσκευή με υποστήριξη για φωνή , δεδομένα και/ή video.

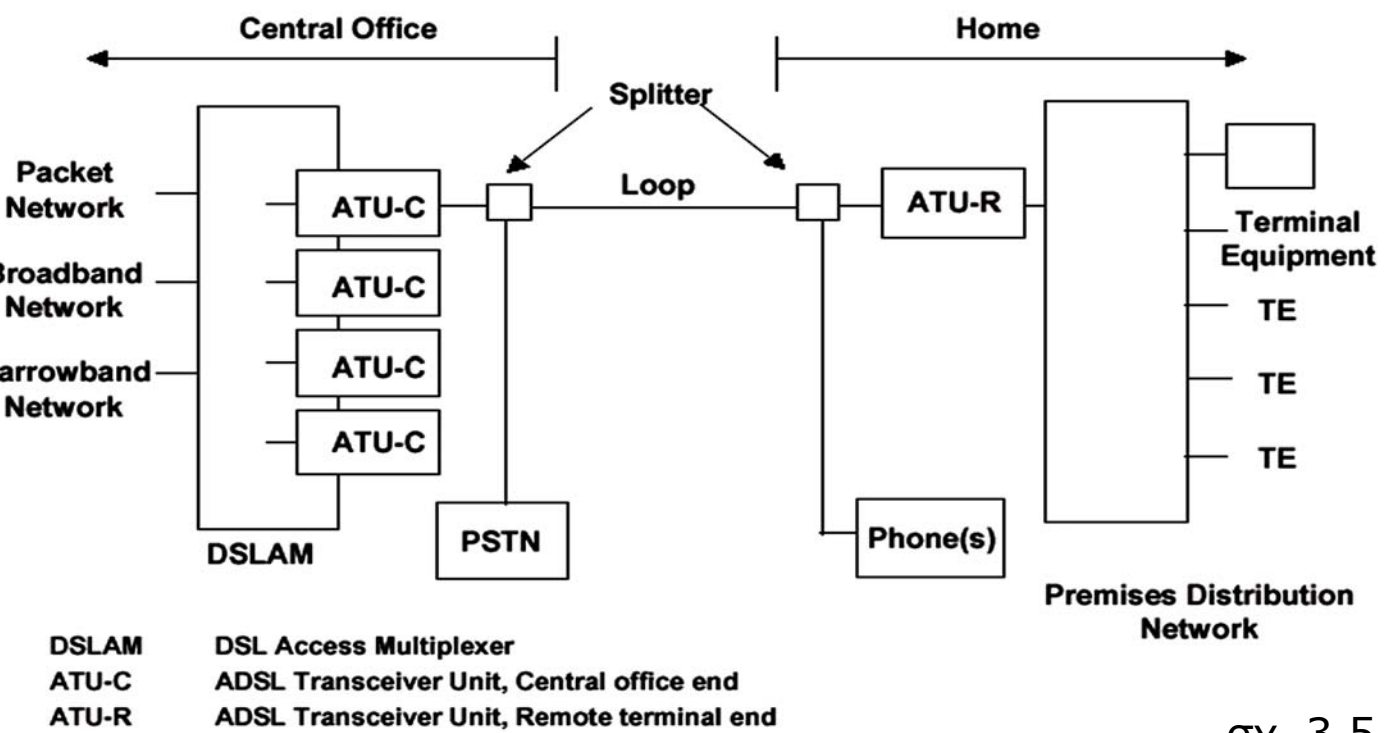
Τα ATU-R διατίθενται σε ένα αριθμό από διαφορετικές ρυθμίσεις που εξαρτώνται από την συγκεκριμένη υπηρεσία για την οποία προορίζονται. Εκτός από το να παρέχουν τη βασική λειτουργία ως DSL modem , πολλά ATU-R εκτελούν επιπρόσθετες λειτουργίες όπως : γεφύρωση , δρομολόγηση , TDM ή ATM πολυπλεξία.

Το ATU-R πρέπει να σχεδιάζεται ώστε να μπορεί να εγκατασταθεί με λίγες ή καθόλου ρυθμίσεις. Επιπρόσθετα , πολλοί παροχείς υπηρεσιών θέλουν τα ATU-R να υποστηρίζουν χαρακτηριστικά Plug-and-Play ώστε να τα εγκαθιστούν οι χρήστες από μόνοι τους.

ο ATU-R (σχ_3.5) πρέπει να είναι υπό αυστηρό έλεγχο από τον παροχέα υπηρεσιών. Χαρακτηριστικά στοιχεία γι' αυτό μπορεί να είναι :

- Ικανότητα να παρέχει Layer 1 και 2 επιχειρησιακά στατιστικά , όπως λόγος σήματος προς θόρυβο (SNR ratio).
- Ικανότητα να παρέχει Layer 3 MIB στατιστικά , όπως η απαρίθμηση πακέτων.
- Συσκευές πλήρως ελεγχόμενες από τον παροχέα υπηρεσιών , χωρίς την ανάγκη ειδικής υπηρεσίας.
- Ικανότητα για downloading νέου software όταν απαιτείται.

ADSL Reference Configuration

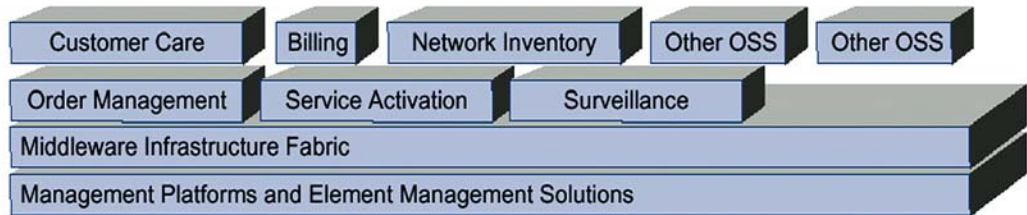


3.2.5 End-To-End Network Management Component

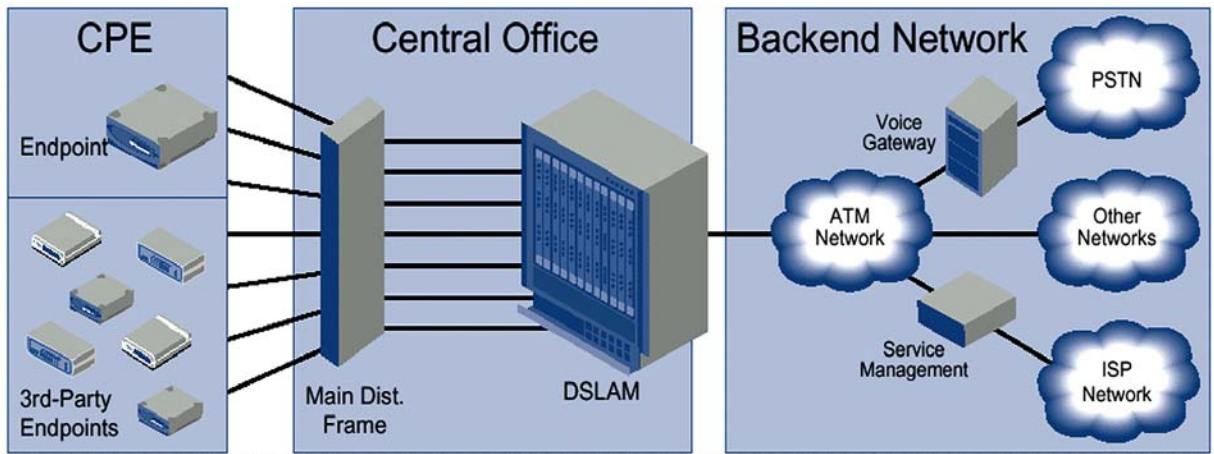
Ίσως ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία ενός πλήρους DSL συστήματος είναι το Network Management System (NMS) , σύστημα διαχείρισης δικτύου. Οι κρίσιμες εφαρμογές των επιχειρήσεων απαιτούν ένα αξιόπιστο σύστημα διαχείρισης δικτύου και αυτό το χαρακτηριστικό κλειδί , θα πρέπει να είναι παράγοντας σε κάθε σχέδιο για εφαρμογή xDSL υπηρεσιών.

Παρακάτω (σχ_3.6) παρατηρούμε την δομή και τις υπηρεσίες του End-To-End Network Management Component

Management Framework



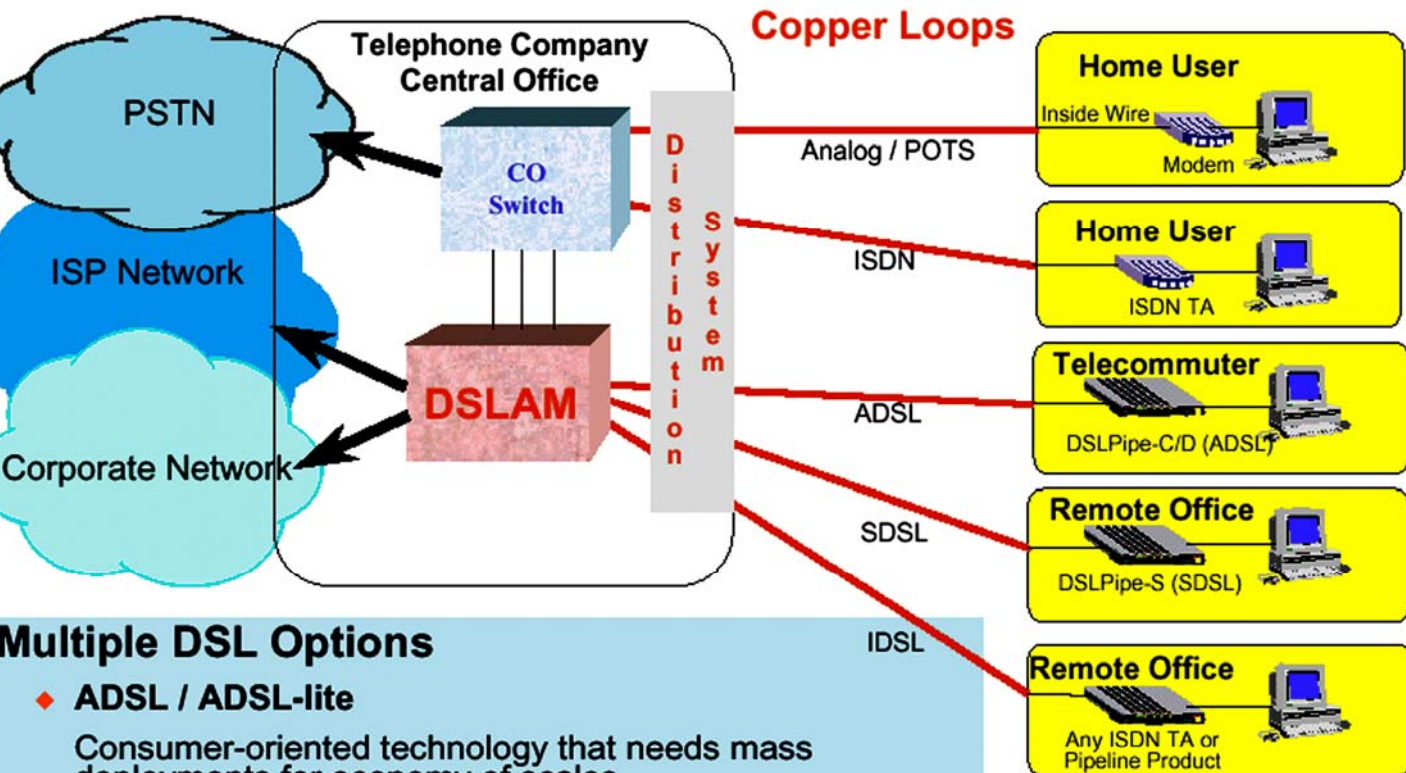
Service Transport Network



σχ_3.6

Το σχ_3.7 αποτελεί μια γενικότερη άποψη ενός WAN . Παρατηρούμε το ρόλο του DSLAM και του συστήματος διαχείρισης ή καταμερισμού (Distribution System).

The Local Loop



Multiple DSL Options

- ◆ **ADSL / ADSL-lite**
Consumer-oriented technology that needs mass deployments for economy of scales
- ◆ **SDSL / IDSL / HDSL-2**
Enterprise-oriented
Targeted deployments for high revenue opportunities

σχ_3.7

Αυτή η προαιρετική συσκευή τοποθετείται και στο CO και στις περιοχές εξυπηρέτησης των πελατών , επιτρέποντας στον χάλκινο βρόγχο να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα για υψηλής ταχ/τας μετάδοση DSL δεδομένων και για απλή τηλεφωνική υπηρεσία. Οι POTS splitters συνήθως ,απαντούν σε δύο τύπους. Η απλή έκδοση σχεδιάζεται για την εγκατάσταση στο σπίτι , και η πολλαπλή έκδοση για την λειτουργία τερματισμού στο CO. Να σημειωθεί ότι ενώ πολλοί DSL κώδικες γραμμής υποστηρίζουν ένα απλό κανάλι από την υπηρεσία του POTS , άλλοι όχι.

Οι POTS splitters μπορεί να είναι , είτε ενεργοί είτε παθητικοί. Οι ενεργοί απαιτούν μια εξωτερική πηγή τροφοδοσίας ώστε , η φωνή και τα DSL δεδομένα να μπορούν να μεταδοθούν σ' ένα χάλκινο ζεύγος. Οι παθητικοί , δεν απαιτούν ισχύ και τυπικά έχουν υψηλότερο MTBF από αυτό των ενεργών. Ενώ οι παθητικοί υποστηρίζουν τις υπηρεσίες πρώτης ανάγκης και στην περίπτωση που διακοπεί η λειτουργία του DSLAM ή του ATU-R , ο ενεργός πρέπει να έχει ένα σύστημα UPS ώστε να μπορεί να παρέχει αυτές τις κρίσιμες υπηρεσίες.

3.3 Δικτυα όεδοομενων και xDSL Τεχνολογία

Από την μέχρι τώρα έρευνα , καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι xDSL δεν είναι τόσο μια υπηρεσία , αλλά το μέσο για υψηλής ταχ/τας υπηρεσίες. Παρέχει οικονομικό τρόπο για την παροχή υπηρεσιών , αντίθετα με τα ιεραρχημένα T1/E1 και 56/64 Kbps κυκλώματα. Ο λόγος για τον οποίο επίκειται έκρηξη στην xDSL αγορά είναι ότι οι εφαρμογές που στηρίζονται στην DSL δεν προκαλούν αλλαγές στις υπηρεσίες που ήδη χρησιμοποιούμε , αλλά μας επιτρέπουν να τις παρέχουμε με μεγαλύτερες ταχ/τες , και χαμηλότερο κόστος απ' ότι ήταν πριν δυνατό.

Στην συνέχεια θα δούμε τέσσερις παραδοσιακές υπηρεσίες και πώς χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με την DSL :

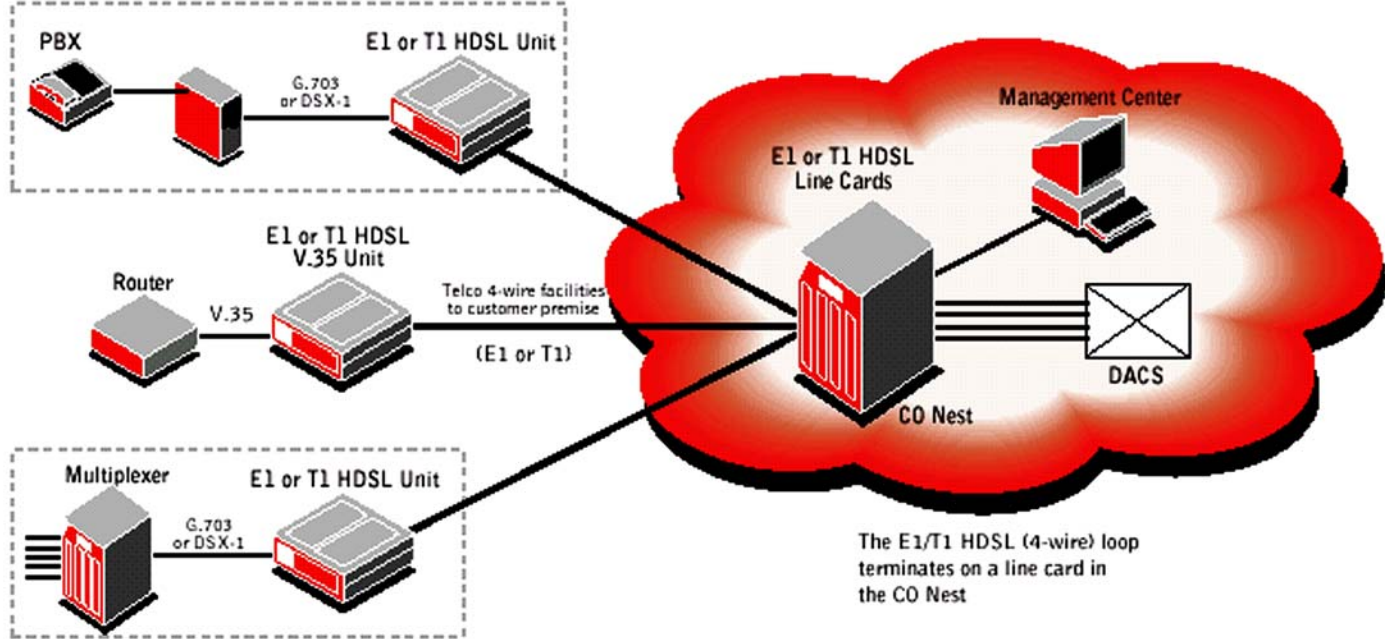
- Ιεραρχημένες E1/T1 υπηρεσίες.
- IP υπηρεσίες.
- Frame Relay υπηρεσίες.
- Asynchronous Transfer Mode (ATM) υπηρεσίες.

3.3.1 Ιεραρχημένες E1/T1 υπηρεσίες.

Οι παροχείς υπηρεσιών έγινε δυνατό να μειώσουν το κόστος παροχής T1/E1 υπηρεσιών με την HDSL , ελαχιστοποιώντας την ανάγκη για ειδικό μηχανολογικό εξοπλισμό , επαναλήπτες , και την επιβάρυνση που σχετιζόταν με την εγκατάσταση του παραδοσιακού T1/E1. Στο σχ_3.7 φαίνονται μερικές κοινές χρήσεις της HDSL για την παροχή υπηρεσιών.

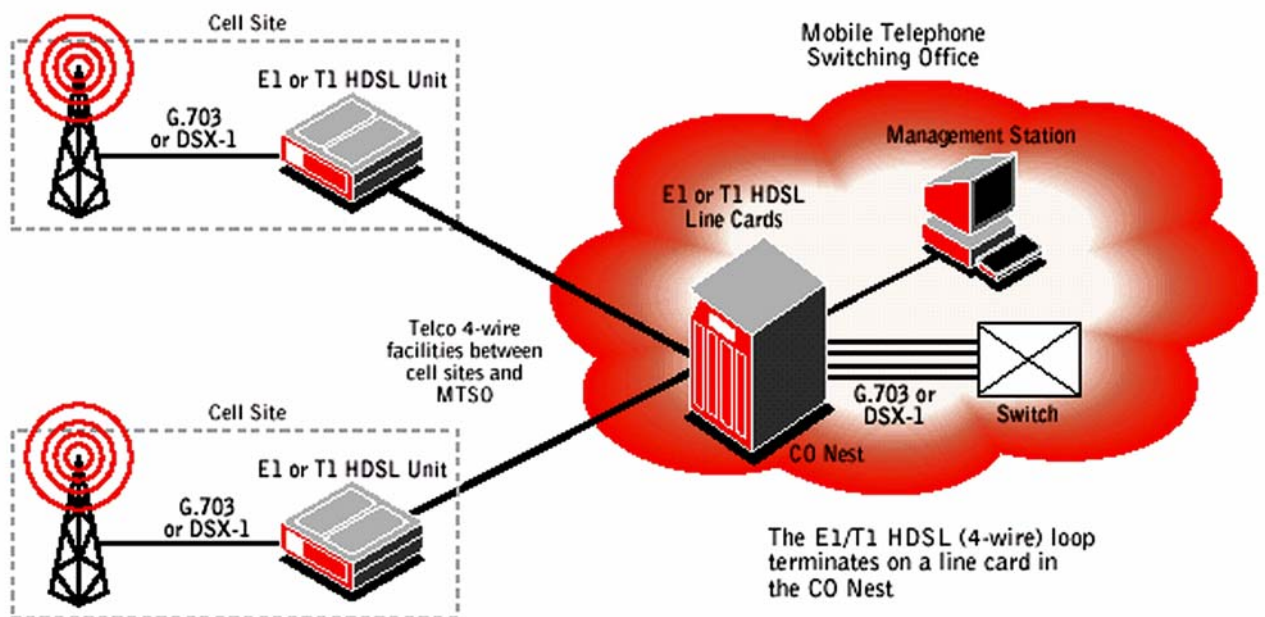
Η επέκταση , με την HDSL, της T1/E1 υπηρεσίας από το CO στον χρήστη , προνοεί για την ξεκάθαρη μεταφορά όλων παρεχόμενων υπηρεσιών (IP , Frame Relay , Nx64 , ATM) με DSL τρόπο.

In the T1/E1 replacement scenario, the CO hosts the HDSL nest which houses HDSL line cards. These line cards each terminate two HDSL lines each carrying 784 kbps for T1 or 1,168 kbps for E1 in the CO. The two lines are then combined and converted to either a G.703 interface (E1) or a DSX-1 interface (T1) for connection to other central office equipment, such as a DACS. The customer site equipment consists of HDSL standalone line units configured as either a data unit with a V.35 port or a native port (G.703/G.704 for E1 or DSX-1 for T1). The V.35 port could be connected to a router or other data equipment that is capable of using the V.35 interface. The native port products (G.703 or DSX-1) would be connected to either a digital PBX, multiplexer or other customer location equipment that is capable of using the native E1 or T1 interface.



σχ_3.8

Άλλη μια ενδιαφέρουσα εφαρμογή για τις HDSL υπηρεσίες λαμβάνει τόπο στην υποδομή ενός κυψελωτού δικτύου, που παρέχει T1 ή E1 υπηρεσίες από το MTSO (Mobile Telephone Switching Office) του, σε ποικίλα άλλα κυψελωτά συστήματα, όπως φαίνεται στο σχ_9.



σχ_3.9

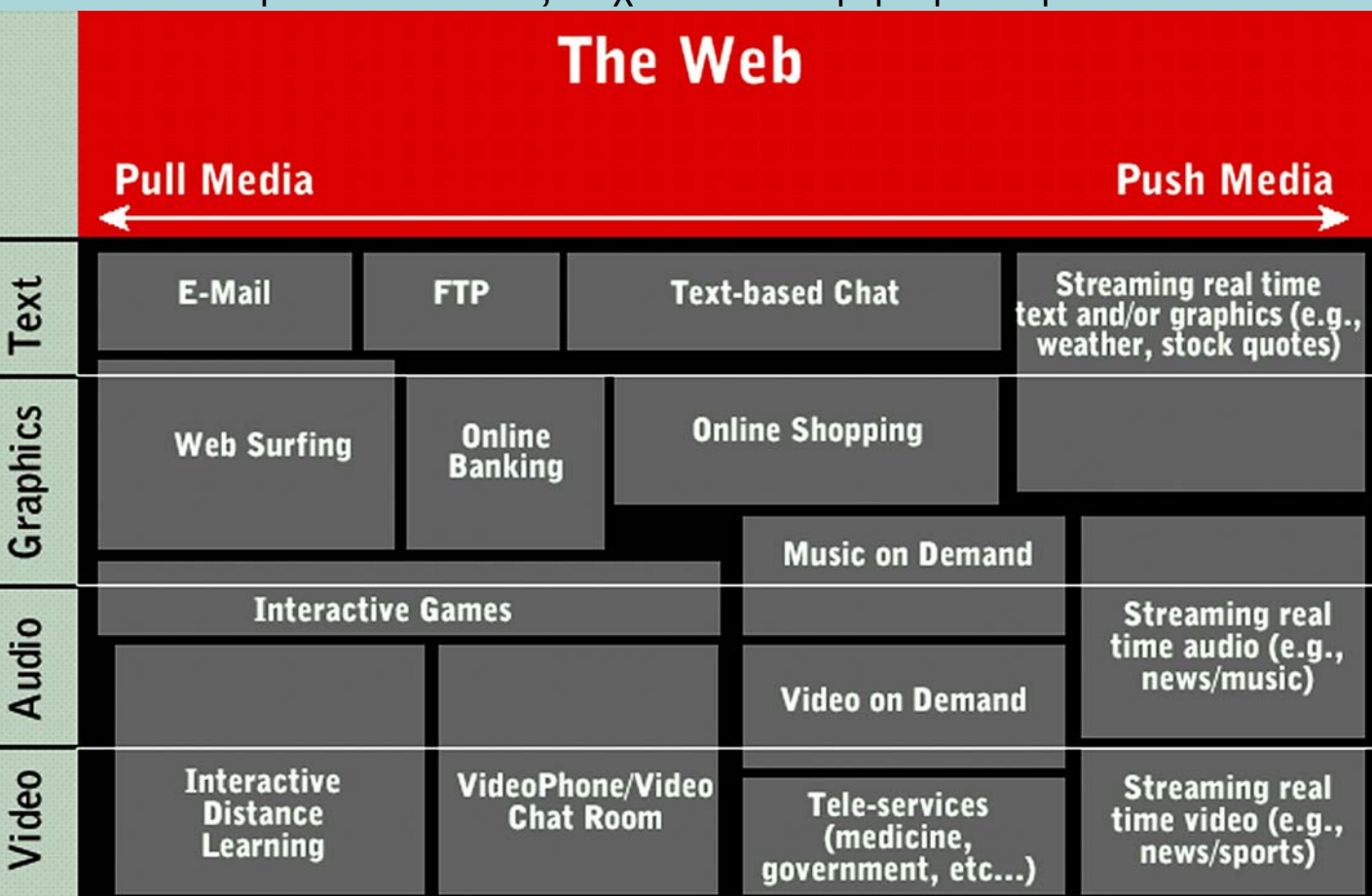
Τέλος με την ανάπτυξη της SDSL (single pair symmetric DSL) το κόστος μειώθηκε και οι δυνατότητες αυξήθηκαν. Και η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών είναι όμοια με των καθιερωμένων AMI/ HDB3 συστημάτων.

Το Internet , ή ακριβέστερα , το World Wide Web εξαπλώνεται συνεχώς και στο μέλλον θα είναι αναπόσπαστο κομμάτι σε κάθε σπίτι , γραφείο , επιχείρηση. Βεβαίως οι ανάγκες σε πληροφορία αυξάνονται συνεχώς , και εδώ η DSL τεχνολογία παίζει τον ρόλο της , με την ιδανική εκμετάλλευση του εύρους συχνοτήτων στη χάλκινη γραμμή , την απλοποίηση της υποδομής και την μείωση των συστημάτων του δικτύου.

Πρόσφατα είδαμε δύο νέες τάσεις να ανακλύπτον στο περιβάλλον του Web που αυξάνουν τις απαιτήσεις σε εύρος συχνοτήτων σε μεγάλο βαθμό.

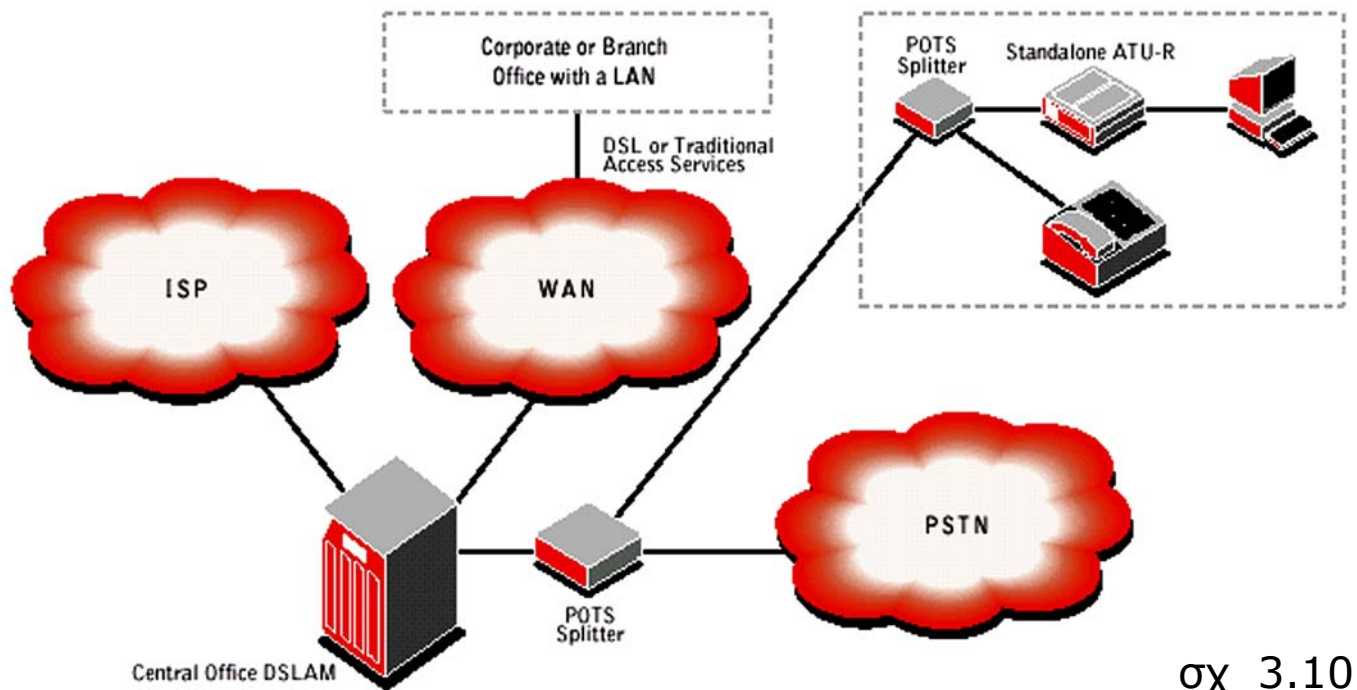
- 1) Η πρόσθεση ήχου και video μέσα στις ρυθμίσεις του Web που βασίζονται στο TCP/IP πρωτόκολλο.
- 2) Η ενσωμάτωση ενός **push** προτύπου ανάλογης παρουσίασης μέσα στο υπάρχον **pull** πρότυπο το συνυπάρχει με τον σημερινό Web browser. Το **pull** πρότυπο απαιτεί από το χρήστη , ενεργή συμμετοχή στα περιεχόμενα πρόσβασης (i.e , πληκτρολόγηση URLs , στοιχειώδες ψάξιμο κ.α.) , ενώ το **push** πρότυπο τροφοδοτεί με δεδομένα ένα παθητικό χρήστη που βλέπει ή ακούει (πχ internet audio ή video).

Το παρακάτω πίνακας δείχνει ότι αναφέρθηκε παραπάνω.



τεχνολογία για συνδέσεις ιδιωτικών δικτύων LANs , Intranets και Extranets : Υψηλή ταχύτητα , ασφάλεια , υψηλή ποιότητα και πιστότητα. Ο όρος Intranet υποδηλώνει το δίκτυο μιας απλής εταιρίας ή οργανισμού , ενώ ο όρος Extranet ένα κλειστό δίκτυο που περιλαμβάνει πολλές εταιρίες.

Το σχ_10 εικονογραφεί την πρόσβαση μεταξύ τηλεπικοινωνιακών υποκαταστημάτων και δικτύων.



σχ_3.10

3.3.3 Frame Relay Υπηρεσίες

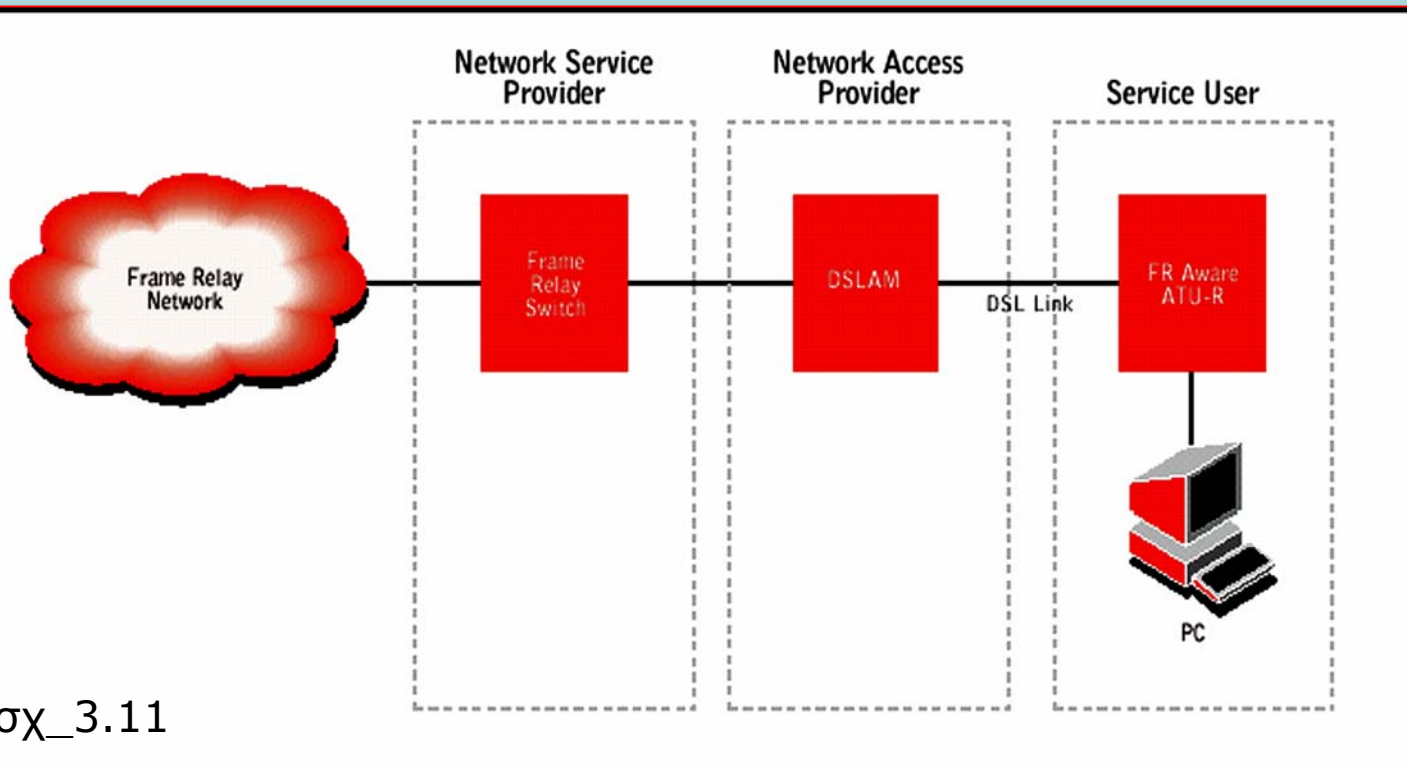
Το Frame Relay είναι μια υπηρεσία πακέτων που προσφέρει σημαντικά κέρδη στα παραδοσιακά μισθωμένης γραμμής δίκτυα. Το Frame Relay δίκτυο μπορούμε να το φανταστούμε σαν μια ομάδα από διασυνδεόμενες υψηλής ταχύτητας λεωφόρους οι οποίες καταλήγουν μαζί σε προκαθορισμένα σημεία πρόσβασης. Αυτά τα σημεία πρόσβασης είναι τα Frame Relay switches.

Το Frame Relay δίκτυο σχεδιάστηκε για να μειώσει καθολικά το κόστος ενός WAN (wide area network) , ενεργώντας σαν μια πηγή διαμοιραζόμενου εύρους συχνοτήτων.

Το κόστος των παραδοσιακών Frame Relay γραμμών πρόσβασης (56/64 Kbps ή T1/E1) είναι , στις περισσότερες περιπτώσεις , ανάλογο της απόστασης. Ένα άλλο μεγάλο πρόβλημα είναι ότι η διάδοση του Frame Relay προκάλεσε τις εταιρίες να εδραιώσουν πολλούς τρόπους διακίνησης δεδομένων. Αυτό προκαλεί

Σε αυτό το σημείο κάνει την παρουσία της η DSL.

Χρησιμοποιώντας την DSL αντί για 56/64 Kbps DDS, full T1/E1, η παροχή υπηρεσιών γίνεται πιο εύκολη, πιο γρήγορη και πιο φτηνή. Ταχ/τες πάνω από 2 Mbps και end-to-end διαχείριση του δικτύου είναι δυνατή, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχ_3.11.



σχ_3.11

3.3.4 Asynchronous Transfer Mode (ATM) υπηρεσίες.

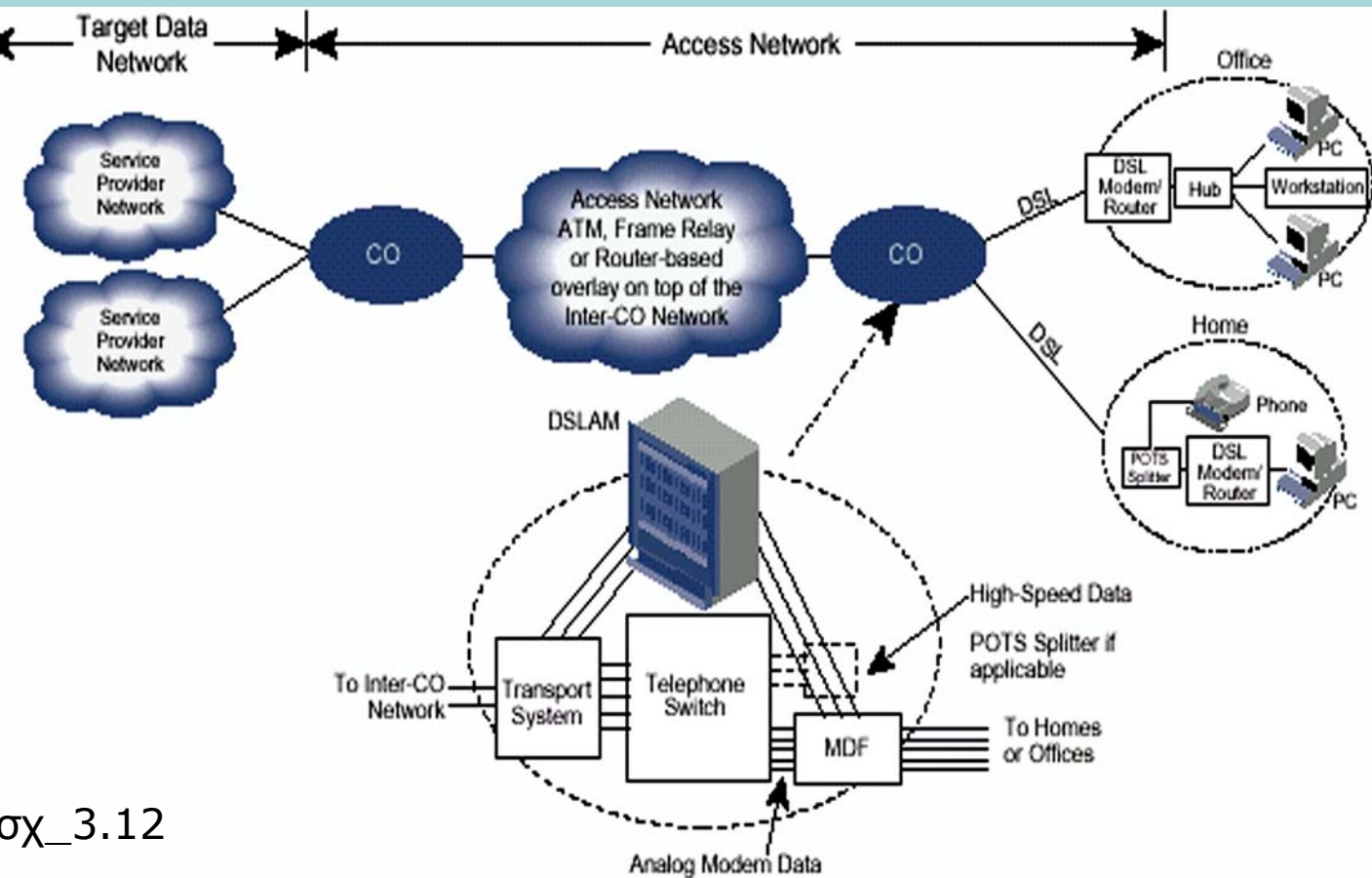
Η ATM βασίζεται στην τεχνολογία κελιών που δεν χρειάζεται να επεξεργάζεται κάθε πακέτο και να υπολογίζει την πιο αποδοτική διαδρομή προς τον προορισμό. Επιπρόσθετα, η ATM προσφέρει QoS εγγυήσεις για σταθερό ρυθμό δεδομένων που είναι ευαίσθητα στο χρόνο, όπως ήχος και video, μικρότερη καθυστέρηση και την ικανότητα να διαχειρίζεται μεγάλο εύρος συχνοτήτων. Τα ATM δίκτυα είναι ιδανικά για την διακίνηση δεδομένων με διάφορους τρόπους μετάδοσης.

Η ATM over T1 μόλις αρχίζει να παρέχεται. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για τηλεπικοινωνιακά καταστήματα και οργανισμούς που βλέπουν σε ATM λύσεις για το δίκτυο τους. Σταδιακά αυτό θα οδηγήσει σε ένα end-to-end ATM δίκτυο μέχρι τον προσωπικό μας υπολογιστή. Μια υπέροχη εφαρμογή της DSL στο μέλλον.

Η εδραίωση της IP κυκλοφορίας για LAN-to-LAN και απομακρυσμένου LAN πρόσβαση, να γίνεται με συνδυασμό DSL και ATM

διακίνησης από LANs στο CO, είναι δυνατό να πετύχουμε οικονομία στην κλίμακα. Επιπρόσθετα, δημιουργείται μια πλατφόρμα ανάπτυξης που θα επιτρέψει την εύκολη μετανάστευση στο desktop ATM όταν αυτό θα γίνει προσιτό. Η ATM στο κοινό δίκτυο, δουλεύοντας μαζί με τα κατάλληλα DSL συστήματα, θα παρέχει μια υψηλής απόδοσης μέθοδο για την οργάνωση των WAN εγκαταστάσεων. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα, οικονομία, απλότητα, ασφάλεια, ταχ/τα και αξιοπιστία στην οργάνωση και την διακίνηση της πληροφορίας.

Στο σχ_12 φαίνονται οι υπηρεσίες που βασίζονται στην DSL.



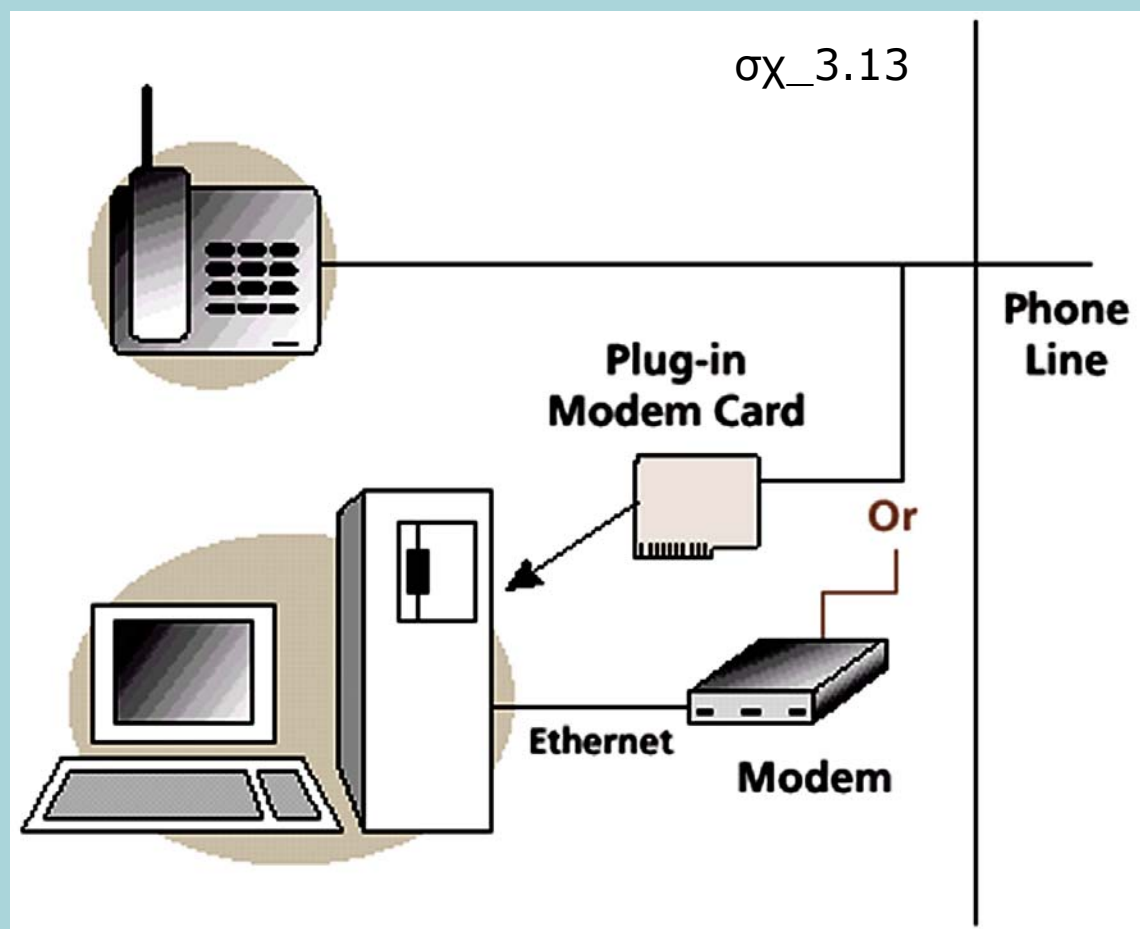
3.4 ATM over XDSL

Κάνοντας την μεταβίβαση της ATM over ADSL από τις σημερινές cell-based τεχνολογίες είναι πιο εύκολο απ' ότι θα υπέθετε κάποιος. Το κλειδί είναι ότι μεγάλα πακέτα μπορούν να τεμαχιστούν σε πολλαπλά κελιά όπου μπορούν να συνυπάρξουν με μια «καθαρή» πραγματικού χρόνου διακίνηση με κελιά. Προφανώς, η σύνδεση δεν είναι πραγματική. Δοσμένων των υψηλότερων δυνατών ταχυτήτων πρόσβασης της ADSL και άλλων cell-based δικτύων, οι ανεπάρκειες της μετάδοσης κελιών

χρόνου κελιά , είναι απαραίτητες.

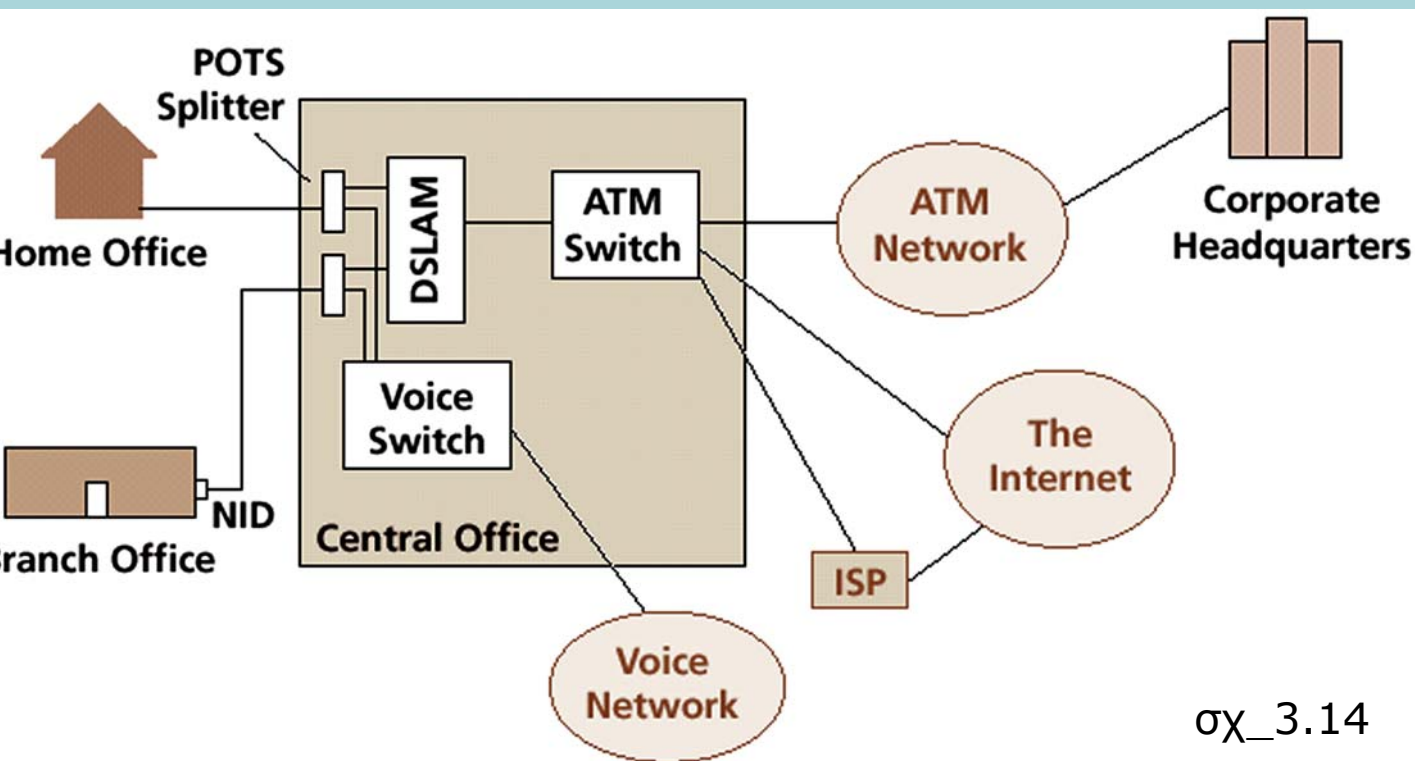
Εξετάζοντας πως μπορούμε να υλοποιήσουμε αυτή τη μεταβίβαση , υπάρχουν δυο διαφορετικές εφαρμογές να διερευνήσουμε : Ο απλός χρήστης απ' το σπίτι-γραφείο , και ένα μικρό ή ένα παράρτημα από γραφεία με πολλαπλούς χρήστες. Σε κάθε περίπτωση , υλοποιώντας αυτή την μεταβίβαση σημαίνει ότι φέρνουμε την ATM κατευθείαν στο PC.

Για τον απλό χρήστη στο σπίτι ή στο γραφείο , χρειάζεται να προσαρμόσουμε στο PC ένα ATM/ADSL modem το οποίο συνδέεται στην PCI ή στην USB θύρα , όπως γίνεται με τα αναλογικά modem (σχ_13). Στόχος της ATM είναι οι splitterless εφαρμογές της ADSL όπως η G.Lite. Όπως φαίνεται στο σχήμα , το ADSL modem συνδέεται απευθείας στην συνδρομητική όπως και το αναλογικό modem.



Για ένα περιβάλλον μικρού γραφείου με πολλαπλούς χρήστες , το να φέρεις την ATM κατευθείαν στο PC σημαίνει ότι πρέπει να αντικατασταθεί το υπάρχων LAN με ένα ATM-based LAN. Η απλή αντικατάσταση της κάρτας με το WAN interface στον δρομολογητή του κέντρου με μια ATM interface κάρτα δεν αρκεί. Το σύνολο του τοπικού δικτύου πρέπει να αναβαθμιστεί.

ίας. Το συνεστραμμένο ζεύγος από το NID (Network Interface Device) οδεύει προς το CO. Εδώ ένα POTS splitter φιλτράρει τις φωνητικές υπηρεσίες και τις στέλνει τοπικό φωνητικό κέντρο. Η φωνητική υπηρεσία χρησιμοποιεί πάντα την 0→4 KHz εύρους περιοχή συχνοτήτων της στο φάσμα , χωρίς να αντιλαμβάνεται τι συμβαίνει πάνω από αυτή. Η ADSL έξοδος του splitter περνάει από μια πόρτα σε μια ATM συσκευή συγκέντρωσης , το γνωστό μας DSLAM (μερικοί DSLAMs μπορούν να διαχειριστούν και άλλα πρωτόκολλα διακίνησης όπως IP/PPP). Ο DSLAM συγκεντρώνει των χαμηλών ρυθμών upstream κανάλια σε μια υψηλής ταχ/τας ATM ροή που ταιριάζει με τις ταχ/τες της πόρτας ενός ATM switch δικτύου , τυπικά 34, 45 ή 155 Mbps. Στην αντίθετη κατεύθυνση ο DSLAM δέχεται την υψηλής ταχ/τας ροή κελιών από το switch , εξετάζει την διεύθυνση του κάθε κελιού και το στέλνει στο κατάλληλο DSL modem που είναι συνδεδεμένο στο εσωτερικό του. Το σχ_14 παριστάνει ένα διάγραμμα αυτής της διαδικασίας.

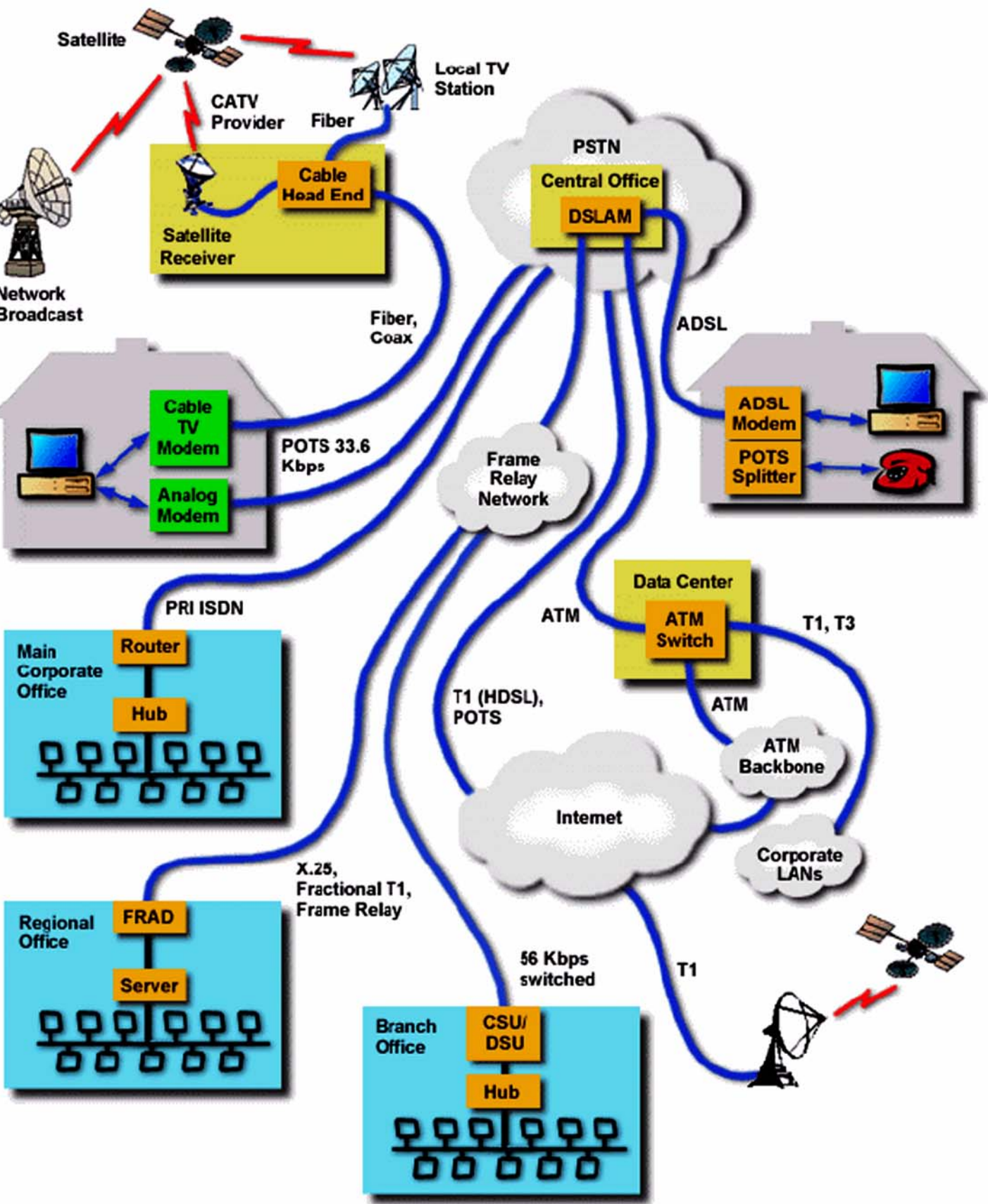


σχ_3.14

Μέσω της διασύνδεσής του με τον DSLAM , η προσωπική μας broadband υπηρεσία τώρα συνδέεται με το παγκόσμιο broadband δίκτυο δεδομένων. Αυτό μας επιτρέπει την σύνδεση στο Internet ή την επικοινωνία σε άλλα intranet συγκροτημάτων.

Να τονιστεί εδώ ότι , είμαστε συνεχώς συνδεδεμένοι. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε συνεχή πρόσβαση στο Web , όχι καθυστέρηση για να κάνει, dial το modem, ISPs σύνδεση, όχι πλέον busy signals.

το σχήμα παρακάτω, το διαγράμμα στο οποίο ορίζεται με βάση
ότι αναφέραμε σε αυτό το κεφάλαιο.



- [DSL Reports](#)
- [Whatis.com: "DSL" defined](#)
- [DSL FAQ](#)
- [2wire.com: your DSL and Broadband Resource Center](#) **Try the Bandwidth Meter!**

- [ZDNet: How ADSL Works](#)
- [ADSL Tutorial](#)
- [DSL Intro](#)
- [DSL-related White Papers](#)
- [Using HomePNA with DSL](#)
- [DSL for Dummies Book!](#)

DSL Providers, DSL Equipment Manufacturers

- [Is DSL Available at My Location?](#)
- [Flashcom - The DSL Specialists](#)
- [FreeDSL](#)
- [SBC](#)
- [Bell Atlantic](#)
- [Bell South](#)
- [Westell](#)
- [Aware, Inc. - Telecom Hardware](#)
- [Efficient Networks](#)

DSL News, Reviews, and Forums

- [DSL - dslreports.com - the place for DSL, ADSL](#)
- [DSL Prime](#) **Current items!**
- [DSL Forum](#)
- [Linksys Etherfast Cable/DSL Router](#) **Review**
- [Linksys EtherFast 4-port Cable/DSL Router](#) **Review**
- [xDSL.com's Current Headlines](#)

- **Ameritech, see**

<http://www.ameritech.com/products/data/adsl/index.html>

- **Bell Atlantic, see**

<http://www.ba.com/nr/1998/Jun/19980603002.html>

- **BellSouth, see**

<http://www.bellsouth.com/fastaccess/adsl1/index.html>

- **Intelcom Data Systems, see** <http://big.ids.net/digital/>

- **GTE, see** <http://www.gte.com/g/news/adsl041398.html>

• US West, see

<http://www.uswest.com/com/insideusw/news/012998.html>

• SBC Communications, see

http://www.sbc.com/News/Article.html?query_type=article&query=19980527-02

• Pacific Bell, see <http://public.pacbell.net/dedicated/dsl.html>

• SouthWest Bell, see

<http://www.sbc.com/PublicPolicy/Disclosures/SW1998009.html>

Ακόμη:

http://www.specialty.com/hiband/dsl_services.html , και

http://www.adsl.com/trial_matrix.html

Modem and other ADSL technology providers:

• AG Communication Systems <http://www.agcs.com>

• Alcatel <http://www.alcatel.com>

• Amati Communications Corporation <http://www.amati.com>

• Analog Devices <http://www.analog.com>

• Ariel Corporation <http://www.ariel.com>

• Ascend IDSL <http://www.ascend.com/749.html>

• AT&T Paradyne; <http://www.paradyne.com>

• ATU Telecommunications <http://www.atu.com>

• Aware <http://www.aware.com>

• Bell Canada <http://www.bell.ca>

• Broadcom <http://www.broadcom.com/press.html>

• Cabletron <http://www.cabletron.com>

• Elantec <http://www.elantec.com>

• Ericsson <http://www.ericsson.com>

• GenRAD, Inc <http://www.genrad.com>

• GlobeSpan Technologies <http://www.globespan.net>

• GTE <http://wcn.gte.com/adsl>

• InterAccess <http://infoweb.interaccess.com>

• MediaLight <http://www.medialight.com/index.html>

• MFS and UUNET <http://www.mfs.com>

• Microsoft

<http://www.zdnet.com/pcweek/news/0812/15agte.html>

• Motorola <http://www.mot.com>

• NEC America and Diamond Lane Communications

<http://www.dlcc.com/default.htm>

- Nortel <http://www.nortel.com>
- Orckit <http://www.orckit.com>
- Pairgain <http://www.pairgain.com>
- Paradyne <http://www.paradyne.com>
- Performance Telecom <http://www.perftel.com>
- Pulsecom <http://www.pulsewan.com>
- Rad <http://www.rad.com>
- Sourcecom <http://www.sourcecom.com>
- Southwestern Bell

<http://www.zdnet.com/intweek/daily/961002d.html>

- US West <http://www.uswest.com>
- Westell <http://www.westell.com>
- 3COM <http://www.3com.com>

Ακόμη:

http://www.specialty.com/hiband/dsl_companies.html

Επιπλέον πληροφορίες ADSL δές:

<http://www.zdnet.com/wsources/960617/featsub5.html> ,

<http://www.adsl.com> , και

<http://www.telechoice.com/xdslnewz/trialtable.html>.

<http://www.coherent.com/articles/echoback.htm> - **coherent technologies**

<http://www.sm.luth.se/csee/sp/publications/conference/blo96c.html>

http://www.physics.udel.edu/wwwusers/watson/student_projects/scen167/thosguys/qam.html

A

AAL5	ATM Adaption Layer 5. AAL5 has been adapted by the ATM Forum for a Class of Service called High-Speed Data Transfer that supports connection-oriented, delay-tolerant data traffic.
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line. A high-speed transmission technology using existing twisted-pair lines that permits simultaneous POTS and high-speed data communication. A much higher data rate is employed downstream (to the customer site) than upstream (to the service provider).
AMI	Alternate Mark Inversion. A line coding technique used to accommodate the ones density requirements of E1 or T1 lines.
AN	Access Node. See Node.
ANSI	American National Standards Institute. Accredits and implements standards. Member of ISO.
API	Application Program Interface.
ASP	Application Service Providers.
ATM	Asynchronous Transfer Mode. A high-bandwidth, low-delay, connection-oriented switching and multiplexing technique using 53-byte cells to transmit different types of data concurrently across a single physical link.
attenuation	Attenuation is the dissipation of the power of a transmitted signal as it travels over a wire.
AWG	American Wire Gauge. An indication of wire size. The heavier the gauge, the lower the AWG number and the lower the impedance.

B

backbone	Equipment that provides connectivity for users of a distributed network and includes the network infrastructure.
backbone LAN	A transmission facility designed to connect two or more LANs.
backhaul	The act of, or mechanism for, transmission from a remote site to a central site.
bandwidth	The difference between the highest and lowest frequencies of a band that can be passed by a transmission medium without undue distortion or the range of electrical frequencies a device is capable of handling.
baseband	A category of transmission in which a single signal is sent over a single medium without frequency division.
B-channel	Bearer Channel. The ISDN channel that carries customer information like voice calls, circuit-switched data, or packet-switched data.
BER	Bit Error Ratio. Measure of transmission quality indicating the number of bits incorrectly transmitted in a given bit stream compared to the total number of bits transmitted in a given duration of time.
B-LEC	Building LEC.
bps	Bits per second. Indicates the speed at which bits are transmitted across a data connection.
BRI	Basic Rate Interface. An ISDN service rate of 144 Kbps, provided as two B-channels of 64 Kbps for data transfer and one D-channel of 16 Kbps for control and signaling.
bridged tap	Any part of the local loop that is not in the direct transmission path between the CO and the service user.
BT	Burst Tolerance. The limit parameter of the Generic Cell Rate Algorithm (GCRA).
bus	An assembly of conductors that carries signals to and from devices along its path.

cable binder	A cable binder is used to bundle multiple insulated copper pairs together in the telephone network.
CAP	Carrierless Amplitude & Phase Modulation. A transmission technology for implementing a DSL connection. Transmit and receive signals are modulated into two wide-frequency bands using passband modulation techniques.
CAP	Competitive Access Provider.
CAT5	Category 5. A level of unshielded twisted-pair wiring performance as defined by EIA/TIA-568. CAT5 cable is used for transmission speeds up to 100 Mbps.
CBR	Constant Bit Rate. An ATM service category with a guaranteed rate, used for video, voice, and other applications where timing is critical.
CDV	Cell Delay Variation. In ATM, differences in cells' transmission times caused by buffering and cell scheduling.
CES	Circuit Emulation Service.
CEU	Commercial End User. See SU, Service User.
CIR	Committed Information Rate. The CIR is used by the service provider for rate enforcement when the network allocates bandwidth in a frame relay virtual circuit.
CLEC	Competitive Local Exchange Carrier. A provider of local access and long distance services that is not the LEC. CLECs must register with the Public Utility Commission and FCC.
CLR	Cell Loss Ratio. A network specific QoS parameter in ATM, CLR is the number of lost cells compared to the total number of cells transmitted.
CO	Central Office/Central Site. In North America, a CO houses one or more switches to serve local telephone subscribers. Known as a public exchange elsewhere.
CoS	Cost of Service.
CPE	Customer Premises Equipment. Communications equipment that resides at the customer's location.
crosstalk	Line distortion caused by wire pairs in the same bundle being used for separate signal transmission.
CSA	Carrier Serving Area.
CSU	Channel Service Unit. A device that connects service user equipment such as a DSU to the local digital telephone loop, protects the line from damage, and regenerates the signal.
CTD	Cell Transfer Delay. In ATM, the time it takes a cell to go from one ATM node to another.
D	
DACS	Digital Access and Cross-Connect System. A device that allows DS0 channels to be individually routed and reconfigured.
DCE	Data Communications Equipment. The equipment that provides the signal conversion between the DTE and the network.
D-channel	Data Channel. The ISDN channel that carries signaling information to control call setup.
DDS	Digital Data Service. Provides private digital communication circuits, typically deployed at either 56 or 64 Kbps.
demarc	Demarcation point between the telephone company communications facilities and the terminal equipment, CSU/DSU protective apparatus, or wiring at a subscriber's premises.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol. A TCP/IP protocol that provides static and dynamic address management.
DLC	Digital Loop Carrier. A fiber-based transport technology that permits remote terminals to support the copper loops to subscribers, thus consolidating access back into the CO. The only form of DSL that can run over DLCs is IDSL (ISDN DSL).
DLCI	Data Link Connection Identifier. The virtual circuit number corresponding to a particular connection between two destinations. This number is used as part of the frame relay header.

downstream	Refers to the transmission direction from the CO to the customer premises.
DRAM	Dynamic Random Access Memory. Memory used to store data in PCs and other devices.
DSL	Digital Subscriber Line. A copper loop technology enabling high-speed access in the local loop, often referred to as the last mile between the NSP and the customer.
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer. A platform for xDSL that provides high-speed data transmission over traditional twisted-pair wiring.
DS1	Digital Signal level 1. A digital signal transmitted at the rate of 1.544 Mbps for T1 service.
DSP	Data Signal Processor. The microprocessor that handles line signaling in a modem.
DSU	Digital Service Unit. Data communications equipment used to terminate a digital WAN service by providing timing, signal regeneration, and an interface to data terminal equipment.
DSX-1	Digital Signal Cross Connect level 1. An interconnection point for terminals, multiplexers, and transmission facilities.
DTE	Data Terminal Equipment. The equipment, such as a computer or terminal, that provides data in the form of digital signals for transmission.
E	
E1	A wideband digital interface operating at 2.048 Mbps, as defined by the ITU recommendations G.703 and G.704. Generally available outside North America.
E3	A wideband digital interface operating at 34.368 Mbps. Generally available outside North America.
EIA/TIA	Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association. This organization provides standards for the data communications industry to ensure uniformity of the interface between DTEs and DCEs.
ERP	Electronic Resource Planning.
Ethernet	A type of network that supports high-speed communication among systems. It is a widely-implemented standard for LANs.
ETSI	European Telecommunications Standardization Institute. An organization that produces technical standards in the area of telecommunications.
EU	European Union. Formerly known as EC, European Commission.
extranet	The portion of an enterprise intranet accessible from the Internet.
F	
FCC	Federal Communications Commission. The agency of the U.S. government that regulates all forms of communications that originate in the U.S., including telecommunications and telephony.
FDDI	Fiber Distributed Data Interface. An ANSI 100 Mbps LAN standard for fiber optic cable networks.
FDI	Feeder Distribution Interfaces. Points where cable bundles from the telephony switch use drop lines that extend out to the customer premises.
FDM	Frequency Division Multiplexing.
FEXT	Far End CrossTalk. Crosstalk that occurs at the remote end of a link.
FRAD	Frame Relay Access Device (sometimes referred to as Frame Relay Assembler/Disassembler). A FRAD connects non-frame relay devices to the frame relay network.
frame relay	A high-speed connection-oriented packet switching WAN protocol using variable-length frames.
FRF	Frame Relay Forum.
FRoDSL	Frame Relay over DSL.
FRSP	Frame Relay Service Provider.
FTP	File Transfer Protocol. A TCP/IP standard protocol that allows a user on one host to access and transfer files to and from another host over a network.

G.lite	A name for the line modulation specified by ITU recommendation G.992.2.
GrandSLAM	A Hotwire high-density DSLAM supporting a variety of DSL transport types and network services.
G.703	An ITU-T recommendation for the physical and logical characteristics of hierarchical digital devices.
G.704	An ITU-T recommendation for synchronous frame structures.
G.shdsl	Symmetric, single pair DSL technology. Intended as a replacement technology for SDSL.
GUI	Graphical User Interface.
H	
HDB3	High Density Bipolar Three Zeros Substitution. A line coding technique used to accommodate the ones density requirements of E1 lines.
HDSL	High-bit-rate Digital Subscriber Line. A technique for high bandwidth, bidirectional transmission over copper wire for T1 and E1 services.
HDTV	High Definition TV.
hertz	Frequency measurement. 1 hertz = 1 cycle per second.
HomeLink	A feature of Hotwire MVL that provides peer-to-peer communications for PCs attached to different MVL modems at the customer premises.
HomePNA	Home Phoneline Networking Alliance.
H.320	ITU standard for digital ISDN for multimedia.
HTML	HyperText Markup Language. An authoring software used on the Internet's World Wide Web. HTML is basically ASCII text with HTML commands.
hub	A device connecting several computers to a LAN.
I	
IAD	Integrated Access Device. Customer premises equipment used for aggregating diverse traffic types, such as voice and data.
IDC	Insulation Displacement Connection. A wire connection device.
IDSL	ISDN DSL. Uses 2B1Q line code.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers.
IETF	Internet Engineering Task Force. An open international organization concerned with the evolution of the Internet.
ILEC	Incumbent Local Exchange Carrier. Refers to the primary existing central office carrier, as distinguished from new competitive carriers established after deregulation. In common usage, ILEC and LEC are interchangeable.
interoperability	The ability of equipment from multiple vendors to communicate using standardized protocols.
intranet	A private network or Internet using Internet standards and software, but protected from public access.
IP	Internet Protocol. An open networking protocol used for Internet packet delivery.
IPX	Internetwork Packet Exchange. A LAN communications protocol used to move data between server and workstation programs running on different network nodes.
ISA	Industry Standard Architecture. A standard for connections of personal computer bus architecture.
ISDN	Integrated Services Digital Network. Telecommunication service that uses digital transmission and switching technology to provide voice and data communications on a B-channel while sending signaling on a D-channel.
ISO	International Standards Organization.
ISP	Internet Service Provider. A vendor who provides direct access to the Internet.
ITU	International Telecommunications Union. The telecommunications agency of the United Nations, established to provide standardized communications procedures. (Formerly known as CCITT.)
IXC	IntereXchange Carrier. A provider of telecommunications services between exchanges; also known as Other Common Carriers.

LAN	Local Area Network. A privately owned and administered data communications network limited to a small geographical area.
LAPF	Link Access Procedure. ITU standard for frame relay layer 2 protocol.
last mile	Refers to the local loop. The last mile is the difference between a local telephone company office and the customer premises; a distance of about 3 miles or 4 kilometers.
latency	The time it takes to transfer data from its source to its destination.
layer	OSI reference model. Each layer performs certain tasks to move the information from the sender to the receiver. Protocols within the layers define the tasks for the networks.
LEC	Local Exchange Carrier. A company that provides intra-LATA (local access transport area) telecommunications services.
local loop	A twisted-pair cable that connects the CO and the customer premises.
L2TP	Layer Two Tunneling Protocol.

M

MAC	Media Access Control. Protocol for controlling access at the data link Layer 2.
Mbps	Megabits per second. One megabit is 1,048,576 bits.
MDF	Main Distribution Frame. The point where all local loops are terminated at a CO.
MDU	Multiple Dwelling Unit.
MIB	Management Information Base. A database of managed objects used by SNMP to provide network management information and device control.
MPEG	Motion Picture Experts Group. Group developing ISO standards for full motion video.
MPLS	Multi-Protocol Label Switching. Combines the strengths of ATM with the strengths of IP.
M/SDSL	Multirate SDSL.
MSO	Multiple System Operator. A cable company that operates more than one TV cable system.
MTBF	Mean Time Between Failures.
MTSO	Mobile Telephone Switching Office. A generic name for the main cellular switching center which supports multiple base stations.
MTU	Multiple Tenant Unit.
MUX	Multiplexer. A device that can send several data streams over a single physical line.
MVL	Multiple Virtual Lines. A proprietary local loop access technology that permits POTS and data services to concurrently use a single copper wire loop.

N

NAP	Network Access Provider. The provider of the physical network that permits connection of service subscribers to NSPs.
NEBS	Network Equipment Building System. A set of requirements for the reliability and usability of equipment, established by Bellcore.
NEXT	Near End CrossTalk. Crosstalk in which the interfering signal is traveling in the opposite direction as the desired signal.
NIC	Network Interface Card. The circuit board or other hardware that provides the interface between a DTE and a network.
NID	Network Interface Device. A device connects the local loop to the customer premises and includes the demarcation point.
NMS	Network Management System. A computer system used for monitoring and controlling network devices. Implements functions at the Network Management Layer using a network management protocol, such as SNMP.
NOC	Network Operations Center. The point at which a network is monitored and controlled.

company, CLEC or corporate LAN, that provides network services to subscribers.

NTU Network Termination Unit. Equipment at the customer premises which terminates a network access point.

Nx64 Describes a continuous bit stream to an application at the Nx64 Kbps rate.

O

Ocn Optical Carrier level *n* signal. The fundamental transmission rate for SONET. For example, OC3 represents a transmission rate of about 155 Mbps.

OpenLane A standards-based network management system providing diagnostics, real-time performance monitoring, historical reports, and health and status indications for Paradyne's SNMP-managed devices.

OSI Open Systems Interconnection. The OSI Reference Model is a seven-layer network architecture model of data communication protocols developed by ISO and ITU.

OSS Operating System Support.

P

passband A category of transmission in which multiple signals are sent over a single medium by restricting channels to specific frequency ranges.

PBX Public Branch Exchange. Telephone switching equipment dedicated to one customer. A PBX connects private telephones to each other and to the public dial network.

PCI Peripheral Component Interconnect. A 32-bit bus.

POP Point-of-Presence. An IXC's or NSP's equivalent of a CO.

POTS Plain Old Telephone Service. Standard telephone service over the PSTN, with an analog bandwidth of less than 4 khz.

POTS splitter A device that filters out the DSL signal and allows the POTS frequencies to pass through.

PPP Point-to-Point Protocol. A protocol for packet transmission over serial links, specified by Internet RFC 1661.

PPTP Point-to-Point Tunneling Protocol.

PSC Public Service Commission. State-level regulators of the local phone company in the United States.

PSTN Public Switched Telephone Network. A network shared among many users who can use telephones to establish connections between two points. Also known as the dial network.

PTO Public Telephone Operator.

PTT Post, Telephone and Telegraph. A national communications authority, sometimes government-controlled, which acts as a common carrier.

PVC Permanent Virtual Circuit. A virtual connection established administratively. Used in networks supporting ATM, frame relay, and X.25.

Q/R

QAM Quadrature Amplitude Modulation. Modulation technique using variations in signal amplitude.

QoS Quality of Service. In ATM, a level of service dependent on CLR, CTD, and CDV.

RADSL Rate Adaptive DSL. A technique for the use of an existing twisted-pair line that permits simultaneous POTS and high-speed data communication at adaptive symmetric and asymmetric data rates up to 7 Mbps.

RFI Radio Frequency Interference. All computer equipment generates radio waves. Levels are regulated by the FCC.

router A device that connects LANs by dynamically routing data according to destination and available routes.

intermediate points closer to the customer premises to improve service reliability.

RTU Remote Termination Unit. A DSL device installed at the customer premises that connects to the local loop.

S

SDH Synchronous Digital Hierarchy. Based in part on SONET, SDH is an ITU standard for the interworking of ANSI and ITU transmission techniques.

SDSL Symmetric DSL. Provides high bandwidth, bidirectional transmission over one copper wire pair for T1 or E1 services.

SLA Service Level Agreement. A contract between a frame relay service provider and a customer.

SLM Service Level Management. Managing and monitoring of network parameters to ensure QoS as defined in a SLA between an NSP and an end user. Includes monitoring, diagnostics, and reporting of critical network parameters such as availability, latency, and throughput.

SLV Service Level Verifier. A feature that monitors and ensures frame relay network service levels.

SNA Systems Network Architecture. A description of the logical structure and protocols that transmit information and control the operation on an IBM network.

SNMP Simple Network Management Protocol. Protocol for open networking management.

SOHO Small Office/Home Office. Used to denote a single-building networking environment, as distinguished from a campus environment.

SONET Synchronous Optical NETWORK. An ANSI standard for the transmission of digital data over optical networks.

STS-1 Synchronous Transport Signal 1. The fundamental SONET standard for transmission frame and payload rate at 51.84 Mbps.

SU Service User. The end user at the customer premises.

SVC Switched Virtual Circuit. In ATM, a connection established through signaling.

SWC Service Wire Center.

T

TCP/IP Transmission Control Protocol/Internet Protocol. The dominant protocol suite in the worldwide Internet, TCP is Layer 4, the transport layer. IP is Layer 3, the network layer.

TDM Time Division Multiplex/Multiplexer. A technique/device that enables the simultaneous transmission of multiple independent data streams into a single high-speed data stream.

Telnet Virtual terminal protocol in the Internet suite of protocols. Allows the user of one host computer to log into a remote host computer.

T1 A term for a digital carrier facility used to transmit a DS1 formatted digital signal at 1.544 Mbps. It is primarily used in North America.

T3 A term for a digital carrier facility used to transmit a DS3 formatted digital signal at 44.746 Mbps. It is primarily used in North America.

U

UAWG Universal ADSL Working Group.

UBR Unspecified Bit Rate. An ATM service category with no commitment of bandwidth.

UNI User to Network Interface. The interface of an ATM end user and an ATM switch, or the interface of an ATM switch and a public carrier.

upstream Typically refers to the transmission speed from the customer premises toward the telephone network.

URL Uniform Resource Locator. An Internet standard addressing protocol for location and access of resources.

USB Universal Serial Bus.

UTP Unshielded Twisted Pair. See CAT5.

2B1Q 2 bits, 1 Quaternary
Line code for HDSL

ANSI American National Standards Institute

ASCII A standard for digitizing text.
An 8 bit character set which contains the alphabet, numbers and all other
printable characters

ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line
Different upstream and downstream data rates, *ITU G.992.1*

AWG American Wire Gauge.
System for defining the diameter of a wire.

Bit Either a 1 or 0, a small unit of data

Byte 8 bits

Bridge Tap Accidental Connection of another local loop to the primary loop
Becomes a transmission line stub and hurts DSL performance

CAP Carrierless Amplitude Phase Modulation (CAP)
Transmission method used by some ADSL systems. Not approved by
standards bodies

CODEC Coder / Decoder

DMT Discrete MultiTone Modulation
Transmission method used by ADSL systems. Approved by standard's
bodies

DSL Digital Subscriber Line

Duplex Transmission method where data is sent bi-directionally

Echo Cancellation Technique that allows data to be sent bi-directionally in the
same frequency range by subtracting echoes of transmitted signals

EMI Electromagnetic Interference

FTTN Fiber to the Neighborhood

Gauge Measure of the size of a wire

DSL High bit-rate Digital Subscriber Lines
The most mature type of DSL, *ITU G.991.1*

ISP Internet Service Provider

ITU International Telecommunications Union
Develops and maintains telecommunication standards

Kbps Kilobits per second, 1000 bits per second

LAN Local Area Network

Line Code Refers to the way information is sent on a line

Mbps Megabits per second, 1 million bits per second

Microfilters Small inexpensive filters placed on phones
Used by G.Lite systems to improve performance

Modem Modulator/Demodulator
Device that transmits and receives data over a line

NEXT Near End Cross Talk
Noise created at the point where a signal originates

OPTIS Overlapped PAM Transmission with Interlocked Spectra
Line code for HDSL2/G.shdsl systems

PAM Pulse Amplitude Modulation

POTS Plain Old Telephone Service.
Normal' voice telephone service

PSTN Public Switch Telephone Network

QAM Quadrature Amplitude Modulation
Line code for DMT ADSL systems.

Simplex Transmission method where data is sent exclusively in one direction
on a pair of wires.

SOHO Small Office / Home Office

T1 A transmission line that transmits data at 1.544 Mbps

VBR	Variable Bit Rate. An ATM service category that supports average and peak traffic rate parameters.
VC	Virtual Circuit. A logical connection or packet-switching mechanism established between two devices at the beginning of a transmission.
VDSL	Very-high-bit rate DSL. Generally refers to a data transmission speed from 25 to 50+ Mbps over very short distances.
VLAN	Virtual LAN. Workstations on different LANs can be connected using VLAN tagging.
VOD	Video On Demand. A service allowing many users to request the same video at the same time.
VoDSL	Derived Voice over DSL.
VPN	Virtual Private Network. Software-defined private network.

W/X

WAN	Wide Area Network. A network that spans a large geographic area.
WIPO	World Intellectual Property Organization.
xDSL	Refers to all DSL-based services.
XML	eXtensible Markup Language.

#

10Base-T	A 10 Mbps Ethernet LAN that works on twisted-pair wiring.
100Base-T	A 100 Mbps Ethernet LAN that works on twisted-pair wiring.
2B1Q	Two Binary, one Quaternary. A line coding technique that compresses two binary bits of data into one time state as a four-level code.

Paradyne's master glossary of terms and acronyms is available on the World Wide Web at: www.paradyne.com. Select Library/Technical Manuals/Technical Glossary.

"ADSL, HDSL, VDSL, DSL-Lite – what is this all about?"

<http://www.eto.org.uk/faq/faqterm.htm>

"The Business Case for Using HDSL to Deliver Internet Access in Multi-tenant Facilities."

http://www.kentrox.com/solutions/cellworx/wp/hdsl_biz_case/hdsl_biz_case.htm

"Delivering T1 and E1 Services Over One Copper Pair with HDSL2."

<http://www.orckit.com/downloads/hdsl2.pdf>

"DSL Center, The. "Glossary of DSL Terms."

<http://www.dslcenter.com/glossary.htm>

"DSL FAQ". http://www.orckit.com/dsl_faq.html

(Multiple pages.)"G.Lite White Paper – Consumer Installable ADSL: An in Depth Look at G.Lite

Technology". <http://www.orckit.com/glite.html>

(Multiple pages)Goldberg, Lee. "ADSL Technologies: Moving Toward the 'Lite' – and Beyond".

Electronic Design. October 22, 1998.

<http://www.elecdesign.com/magazine/1998/oct2298/comtech/1022ct1.shtml>

Hansford Alan, Michael Cave and Paul Astrakhan, "Use G.Lite DSL Modems for Broadband Residential Applications." *Electronic Design*. April 3, 2000.

"HDSL Basics."

http://www.arcelect.com/High-bit-rate_Digital_Subscriber_Line-HDSL.htm

Mannion, Patrick. "Chip Set For Symmetric DSL Double's Twisted Pair's Reach.

Electronic Design. June 26, 2000.

Milbrandt, Celite. "White Paper: G.shdsl".

http://www.cisco.com/warp/public/cc/so/neso/dsso/global/shdsl_wp.htm

"Saarela, Kimmo K. "ADSL DMT Modulation."

<http://www.cs.tut.fi/tlt/stuff/adsl/node23.html>

"Stander, Jennifer. "HDSL"

<http://www.ece.wpi.edu/course/ee535/hwk96/hwk4cd96/jstander/jstander.html>

"Technical Frequently Asked Questions". http://www.adsl.com/tech_faqs.html

"Technology Comparison". http://www.infinilink.com/Tec_com.html

"xDSL Comparision Guide."

http://www.kentrox.com/solutions/cellworx/wp/xdsl_comp/xDSL.htm

- sets trim down with G.lite," *EDN*, July 2, 1998, pg 81.
2. Quarfoot, Jim, "Managing ADSL signals and contending with noise," *Communication Systems Design*, December 1998.
 3. Chen, Walter Y, *DSL Simulation Techniques and Standards Development for Digital Subscriber Line Systems*, Macmillan Technical Publishing, 1998.
 4. Ranschmayer, Dennis, *ADSL/VDSL principles: Practical Implementation of DSL Networking*, Macmillan Technical Publishing, 1998.
 5. Rowe, Martin, "ADSL testing moves out of the labs," *Test & Measurement World*, April 1999.
 6. Άρης Αλεξόπουλος , Γιώργος Λαγογιάννης , "Τηλεπικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών"