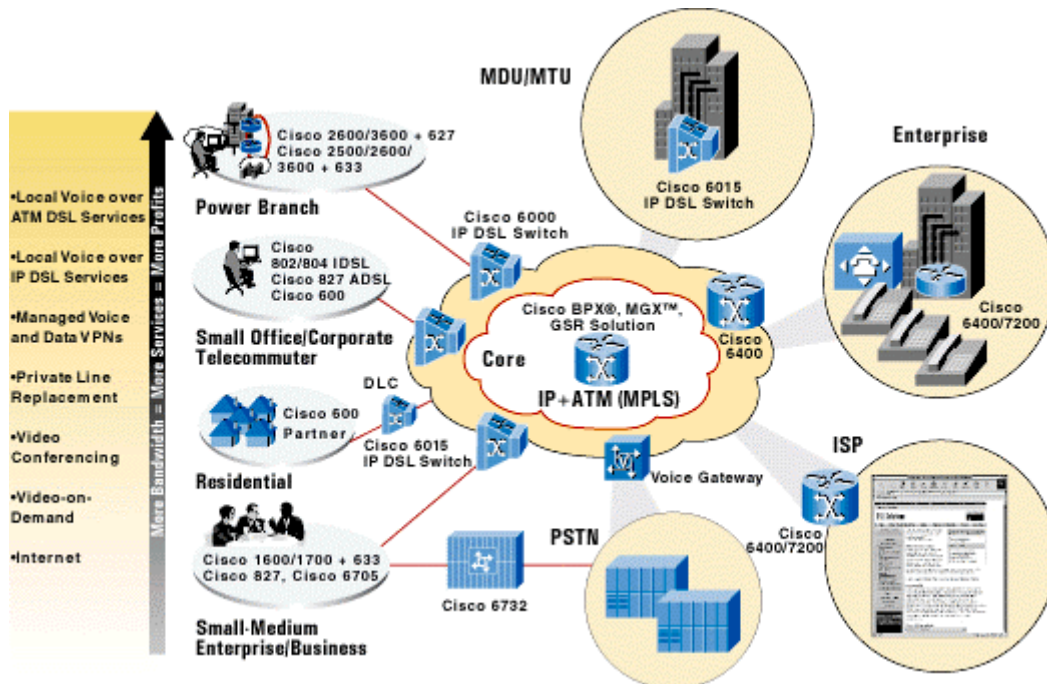


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
Δ.Π.Μ.Σ ΣΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

*Εργασία στα πλαίσια του μαθήματος:
Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων*



Θέμα:

**«xDSL Digital Subscriber Line»
«xDSL Ψηφιακή Γραμμή Συνδρομητή»**

ΧΗΝΟΠΟΥΛΟΥ ΖΩΗ

Επιβλέπων καθηγητής: Οικονομίδης Αναστάσιος
Ιανουάριος 2001

ΧΗΝΟΠΟΥΛΟΥ ΖΩΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
Κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα.....	5
Τεχνολογίες διαμόρφωσης σήματος–Κωδικοποίηση γραμμών.....	7
2B1Q	8
CAP	10
DMT	10
DWMT	11
Οι διαφορετικές xDSL τεχνολογίες	12
ADSL	13
RADSL.....	14
G.LITE	15
IDSL.....	15
HDSL	16
SDSL	17
VDSL	17
Σύγκριση των διαφορετικών xDSL τεχνολογιών.....	20
Σύγκριση με άλλες τεχνολογίες	21
Κόστος xDSL.....	22
Εφαρμογές xDSL	23
Internet και Εργασία στο σπίτι	24
Εκπαίδευση από απόσταση	24
Video κατά ζήτηση (Video-on-demand).....	24
Διεθνής και Ευρωπαϊκή πραγματικότητα.....	25
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	28
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	31

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία αύξηση των συνδρομητών του Internet αλλά και η παράλληλη χρήση πολύπλοκων εφαρμογών και υπηρεσιών πολυμέσων οδήγησε στην ανάγκη για μεγαλύτερες ταχύτητες. Η λύση δόθηκε με την τεχνολογία xDSL. Το πλεονέκτημα της είναι ότι στηρίζεται στις υπάρχουσες χάλκινες τηλεφωνικές γραμμές με αποτέλεσμα να μην απαιτεί ιδιαίτερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμό.

Σαν τεχνολογίες διαμορφώσεις χρησιμοποιούνται η 2B1Q, CAP, DMT και η DWMT. Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι χωρίζουν το διαθέσιμο εύρος ζώνης συχνοτήτων της γραμμής σε τρία κανάλια και με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνουν παράλληλη μετάδοση δεδομένων και φωνής.

Υπάρχουν αρκετές DSL τεχνολογίες οι οποίες χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες: στις συμμετρικές και στις ασυμμετρικές. Η διαφορά τους είναι ότι η πρώτη κατηγορία παρέχει το ίδιο εύρος ζώνης στη λήψη και στην αποστολή δεδομένων σε αντίθεση με τη δεύτερη που επιτυγχάνει μεγαλύτερες ταχύτητες κατά τη λήψη δεδομένων.

Επιπλέον, λόγω των μεγάλων ταχυτήτων τους και της εύκολης διαθεσιμότητας τους έχουν πολλές εφαρμογές π.χ πρόσβαση στο Internet, Ηλεκτρονικό Εμπόριο, Βιντεοπαραγγελία, Εκπαίδευση από απόσταση.

Τέλος, στην Ελλάδα DSL τεχνολογία δεν υφίσταται παρόλο που στο εξωτερικό χρησιμοποιείται εδώ και χρόνια.

ABSTRACT

In recent years, the rapid increase of Internet users and the parallel use of complicated applications and services of multimedia led to the necessity for higher speeds. The solution was given with the xDSL Technology. Its advantage: it is supported in the existing copper telephone lines, so that it does not require private installations and equipment.

As modulation techniques are used 2B1Q, CAP, DMT and DWMT. The main characteristic of them: they divide the available bandwidth of line in three

channels and in this way they manage parallel transmission of data and voice.

There are a lot of DSL technologies, which divide, in two basic categories: Symmetric and Asymmetric. Their difference is that the first category provides same bandwidth on downstream and upstream, contrary to the second that succeed higher speeds at the downstream.

Furthermore, because of their high speeds and their easy availability, they have a lot of applications for example: Internet access, Electronic Commerce, Video-on-demand, Education from distance.

Finally, in Greece DSL technology does not exist even though abroad it has been used for a long time.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εποχή που η σύνδεση στο δίκτυο μέσω modem σε ταχύτητες 14, 28 ή 33Kbps ήταν «εντυπωσιακά γρήγορη» ή τουλάχιστον επαρκής, είναι αναμφίβολα παρελθόν. Μαζί με τις ταχύτητες σύνδεσης μεγάλωσε και η πολυπλοκότητα των μεταφερομένων πληροφοριών. Η απλή ιστοσελίδα η οποία δεν περιέχει κινούμενα σχήματα, ηχητικά εφέ, video, σήμερα δεν τραβά την προσοχή κανενός σχεδόν χρήστη και δεν ενδιαφέρει κανέναν απολύτως κατασκευαστή. Η ελπίδα για γρηγορότερες γραμμές μετατρέπεται σε ανάγκη και πίεση προς την αγορά. Το πρόβλημα δεν είναι καθαρά τεχνολογικό - υπάρχουν λύσεις- περιορίζονται όμως από την τεράστια εγκατεστημένη βάση των τηλεπικοινωνιακών δικτύων, που για τους τελικούς χρήστες, χρησιμοποιούν συνδέσεις με χάλκινα καλώδια τα οποία δεν γίνεται να αντικατασταθούν από τη μια μέρα στην άλλη.

Αυτό είχε ως συνέπεια οι ερευνητές να στραφούν στην κατά το δυνατόν καλύτερη αξιοποίηση της χάλκινης γραμμής χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες του υλικού να μεταδώσει ψηφιακά δεδομένα. Η τεχνολογία που προέκυψε ονομάστηκε DSL -Digital Subscriber Line.[28]

Πρόκειται για μια οικογένεια τεχνολογιών που έχει επικρατήσει να αναφέρονται όλες συλλογικός ως xDSL, όπου το x παίζει τον ρόλο του

άγνωστου x. Εφτά είναι οι κυριότερες: ADSL, RADSL, G.Lite, IDSL, HDSL, SDSL και VDSL.[4]

Κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Η τεχνολογία xDSL στηρίζεται –όπως ήδη αναφέραμε- στο χαλκό. Ο χαλκός χρησιμοποιείται σε καλωδιώσεις, μια και είναι πολύ καλός αγωγός του ηλεκτρισμού, εύπλαστος και ανθεκτικός. Κάθε τηλεφωνική γραμμή δεν είναι παρά ένα ζευγάρι χάλκινων καλωδίων σε πλεξούδα -το λεγόμενο «συνεστραμένο ζεύγος» ή twisted pair. Ολόκληρη η χώρα διατρέχεται από χάλκινα καλώδια που συνδέουν τα σπίτια των συνδρομητών με τα κέντρα του Ο.Τ.Ε. Το ίδιο συμβαίνει σε ολόκληρο τον κόσμο. Μεταξύ των δύο συνομιλούντων άκρων σχηματίζεται ένα κύκλωμα ή βρόχος ενδιάμεσος κρίκος του οποίου είναι το ή τα τηλεφωνικά κέντρα που μεσολαβούν. Η απόσταση μεταξύ της τηλεφωνικής συσκευής και του τηλεφωνικού κέντρου της περιοχής του δεν ξεπερνά συνήθως τα λίγα χιλιόμετρα –στις μεγάλες πόλεις μάλιστα η απόσταση αυτή είναι ακόμα μικρότερη. Όταν μιλάμε με κάποιον που βρίσκεται αρκετά μακριά, ίσως και σε άλλη πόλη ή χώρα, η φωνή μας ταξιδεύει μέσω χαλκού μέχρι το πλησιέστερο τηλεφωνικό κέντρο, μετά αποστέλλεται με κάποιον τρόπο -άλλα καλώδια, ραδιοκύματα, δορυφόροι, οπτικές ίνες- στο πλησιέστερο τηλεφωνικό κέντρο του συνομιλητή μας και από εκεί πάλι μέσω του χαλκού φτάνει στη συσκευή του.[30]

Πιο συγκεκριμένα, το τηλέφωνο είναι ένα αναλογικό μέσο μετάδοσης ηλεκτρικών σημάτων, που δημιουργούνται από το μικρόφωνο του ακουστικού μας. Ο ήχος της ανθρώπινης φωνής αποτελείται από συχνότητες που δεν φτάνουν πάνω από τα 3 - 4KHz και δεν κατεβαίνουν κάτω από τα 300Hz. Έτσι το εύρος ζώνης, που καλείται να φιλοξενήσει μια συνηθισμένη τηλεφωνική γραμμή, δεν ξεπερνά τα 4KHz. Πράγματι, ειδικά φίλτρα στα τηλεφωνικά κέντρα αποκόπτουν κάθε συχνότητα που ξεπερνά αυτό το όριο, με το σκεπτικό ότι, καθώς δεν χρειάζεται για τη μετάδοση της φωνής, κατά πάσα πιθανότητα θα είναι θόρυβος ή παράσιτο.[15]

Από την άλλη, ένα συνηθισμένο τηλεφωνικό καλώδιο μπορεί να φιλοξενήσει εύρος ζώνης άνω των 500KHz -το εύρος ζώνης ενός καλωδίου

είναι συνάρτηση του υλικού, του μήκους, της διατομής και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Για να το πετύχουμε αυτό απαιτούνται αλλαγές στην υποδομή.[21]

Με άλλα λόγια κάθε σπίτι συνδέεται με κάποιο κέντρο της τηλεφωνικής εταιρείας μ' ένα διπλό χάλκινο καλώδιο, δημιουργώντας κύκλωμα. Μπορούμε να συνδέσουμε στα δύο άκρα του κυκλώματος από ένα ειδικό modem και ξαφνικά να έχουμε έναν δίαυλο ψηφιακής επικοινωνίας μεγάλου εύρους ζώνης. Αυτό σημαίνει και η φράση Digital Subscriber Loop: Ψηφιακό κύκλωμα συνδρομητή. Ανάλογα με το είδος του modem που θα συνδέσουμε, θα έχουμε διαφορετικές επιδόσεις και διαφορετικές τεχνολογίες. Και καθώς όλες οι τεχνολογίες αυτές είναι ψηφιακές, μπορούν να φιλοξενήσουν και τη μετάδοση δεδομένων και τη μετάδοση φωνής και δεν πρόκειται να μας κόψουν το τηλέφωνο για να μπαίνουμε στο Internet. Επιπλέον, η εφαρμογή που μπορεί να βρουν, δεν περιορίζεται στη πρόσβαση στο Internet. Θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την προσφορά video κατά ζήτηση - video-on-demand, σε εφαρμογές τηλεργασίας ή τηλεϊατρικής, στη δικτυακή TV, για τη διασύνδεση υπολογιστών σε δίκτυα ευρείας περιοχής κ.λ.π.[25]

Πρόκειται γενικά για ασυμμετρικές τεχνολογίες όσον αφορά την ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων προς τα δύο άκρα (upstream και downstream), ώστε με αυτό τον τρόπο να επιτυγχάνονται μεγάλες ταχύτητες, με το άκρο του χρήστη (downstream) να λαμβάνει την μεγαλύτερη ταχύτητα.[25]

Τεχνολογίες διαμόρφωσης σήματος–Κωδικοποίηση γραμμών

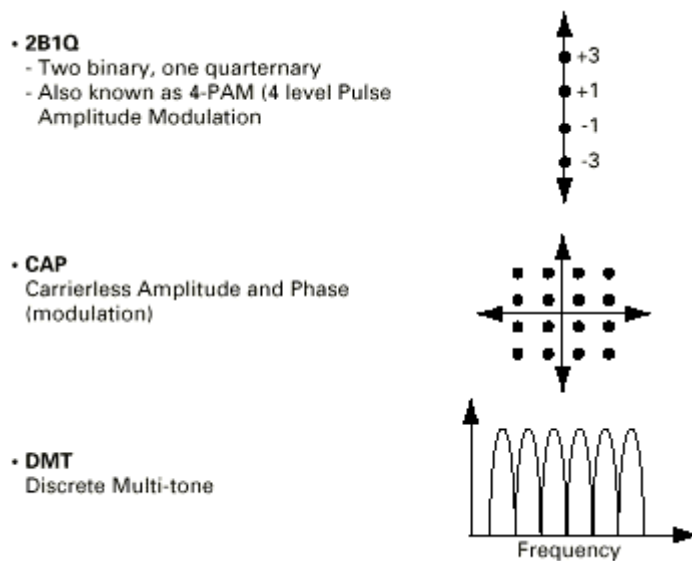
Η τεχνολογία xDSL υποστηρίζει τα πρότυπα μετάδοσης T1 (1,544Mbps) –Αμερικάνικο και E1(2,048Mbps) –Ευρωπαϊκό. Επίσης υποστηρίζει -όπως ήδη αναφέραμε- την μετάδοση της φωνής ταυτόχρονα με την μετάδοση των δεδομένων πάνω από την ίδια τηλεφωνική γραμμή.

Οι γραμμές T1 (ή E1) είναι οι παραδοσιακές γραμμές μετάδοσης που φέρουν το θεμελιώδες ψηφιακό σήμα DS-1 (ή DS-1E), το οποίο είναι ένα συνάθροισμα 24 (ή 30) καναλιών δεδομένων χρηστή DS-0 στα 64Kbps το καθένα, με συνολικό ρυθμό μετάδοσης 1,544Mbps (ή 2,048Mbps) στην Αμερική (ή την Ευρώπη). Οι T1 (ή E1) αρχικά χρησιμοποιήθηκαν στον ενδοτηματικό κορμό και αργότερα άρχισαν να χρησιμοποιούνται στην εγκατάσταση τροφοδότη. Πλέον οι T1 (ή E1) έχουν γίνει ο βασικός τρόπος για να τροφοδοτούνται τα συστήματα DLC στον απομακρυσμένο κόμβο, που συγκεντρώνει πολλαπλές γραμμές συνδρομητών για σύνδεση με το κέντρο. Στην περίπτωση της T1, το σήμα μετάδοσης είναι κωδικοποιημένο με εναλλακτική αντίστροφη σήματος -ΕΑΣ, η οποία καταλαμβάνει εύρος ζώνης 1,5MHz με την κορυφή σήματος να φτάνει τα 750KHz. Λόγω αυτής της μη αποδοτικής διευθέτησης του σήματος συχνοτήτων, ένας επαναλήπτης είναι απαραίτητος στα 900m από τον επαναλήπτη του κέντρου ή από τον εξοπλισμό του συνδρομητή, καθώς και ένας κάθε 1,8Km για το υπόλοιπο της απόστασης. Η συνολική απόσταση μετάδοσης της T1 (ή E1) είναι 5,4Km (ή 4,8Km) πάνω από καλώδιο πάχους 0,5mm με επαναλήπτες.[6]

Επιπλέον, το DSL χρησιμοποιεί μία συσκευή τερματισμού σε κάθε άκρο της σύνδεσης. Αυτή η συσκευή λειτουργεί σαν κάποιο modem αφού από την μία πλευρά λαμβάνει ένα data stream σε ψηφιακή μορφή και στη συνέχεια το μεταδίδει πάνω από την τηλεφωνική γραμμή με τη μορφή ενός υψηλής ταχύτητας αναλογικού σήματος.[24]

Από την άλλη, η εξασφάλιση του μεγάλου εύρους ζώνης –bandwidth- γίνεται με διάφορες τεχνολογίες επεξεργασίας σήματος και κυρίως χάρη σε τεχνικές διαμόρφωσης όπως η 2B1Q, CAP -Carrierless Amplitude Phase modulation, DMT -Discrete Multitone Modulation και DWMT -Discrete Wavelet Multitone.[2]

Οι 2B1Q, CAP, DMT και DWMT χωρίζουν το διαθέσιμο εύρος ζώνης συχνοτήτων της γραμμής σε τρία κανάλια. Ένα απαιτείται για την μετάδοση της φωνής όπως γίνεται στις συνήθεις τηλεφωνικές γραμμές, και από ένα για τα δύο κανάλια μετάδοσης δεδομένων -upstream και downstream. Αυτές οι τεχνολογίες διαμορφώσεις χωρίζονται σε δύο κατηγορίες με βάση τη μεθοδολογία που χρησιμοποιούν για να τοποθετούν τα δεδομένα στο συνεστραμένο ζεύγος: α) Base band και β) Pass band. Στη πρώτη κατηγορία ανήκει το 2B1Q και στη δεύτερη το CAP, το DMT και το DWMT. [8]



Σχήμα - 1: Τεχνολογίες διαμόρφωσης.[1]

2B1Q

Αυτή η τεχνική αν και αναπτύχθηκε για το ISDN χρησιμοποιείται σήμερα και για τα DSL -IDSL, HDSL. Διαφέρει όμως αρκετά, μια και το DSP (Digital Signal Processor) -τεχνικές ψηφιακής επεξεργασίας σήματος- είναι πιο πολύπλοκο. Και αυτό γιατί οι τηλεφωνικές γραμμές επιβάλλουν εξασθένηση σε σήματα στη συχνότητα του 1Mhz της τάξης των 90dB, γεγονός που επιφέρει σκληρή δουλειά στα DSL modems προκειμένου να υλοποιήσουν επαρκή εύρη για τις επιτυγχανόμενες ταχύτητες, να διαχωρίσουν τα κανάλια και να κρατήσουν σε ελεγχόμενα επίπεδα το θόρυβο.[6]

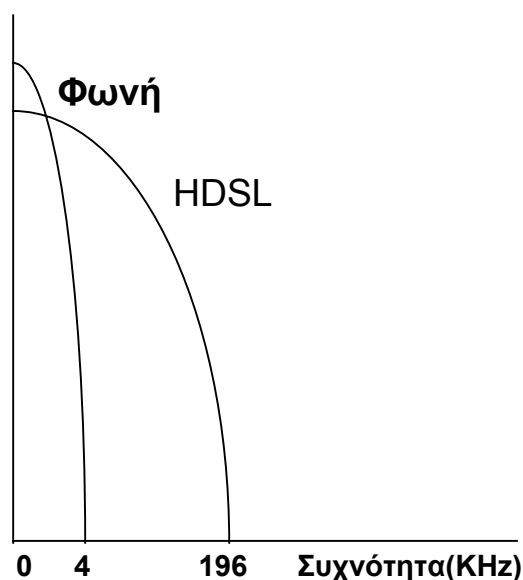
Η διαμόρφωση 2B1Q (2-Binary, 1-Quaternary) ουσιαστικά είναι μία PAM -Pulse Amplitude Modulation- διαμόρφωση, η οποία μεταδίδει 2 bits πληροφορίας σε κάθε μία από τις 4 στάθμες τάσης που χρησιμοποιεί,

μετατρέποντας ένα ζεύγος δυαδικών ψηφίων σε ένα τετραδικό σύμβολο μεταξύ των τιμών $-3, -1, 1$ και 3 . Στην μετατροπή, το πρώτο δυαδικό ψηφίο του ζεύγους μεταφράζεται σαν το πρόσημο (δηλαδή $-$ για «0» και $+$ για «1»), και το δεύτερο σαν το επίπεδο (δηλαδή 3 για το «0» και 1 για το «1»), όπως φαίνεται στον πίνακα -1. Για παράδειγμα, η δυαδική ροή δεδομένων «0111010010110010» μετατρέπεται στην ροή συμβολών $-1, +1, -1, -3, +3, +1, -3, +3$. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του ρυθμού των συμβολών στο μισό.[16]

1 ^ο bit	2 ^ο bit	Τετραδικό Σύμβολο
1	0	+3
1	1	+1
0	1	-1
0	0	-3

ΠΙΝΑΚΑΣ – 1: 2B1Q -Κώδικας Συμβόλων[16]

Στο σχήμα –2 φαίνεται ότι στη τεχνική 2B1Q χρειάζεται τουλάχιστον δύο ζεύγη καλωδίων, γιατί το σύστημα ήχου απαιτεί εύρος συχνοτήτων από 0 έως 4KHz, ενώ το HDSL δεν υφίσταται σε αυτή τη περιοχή. [8]

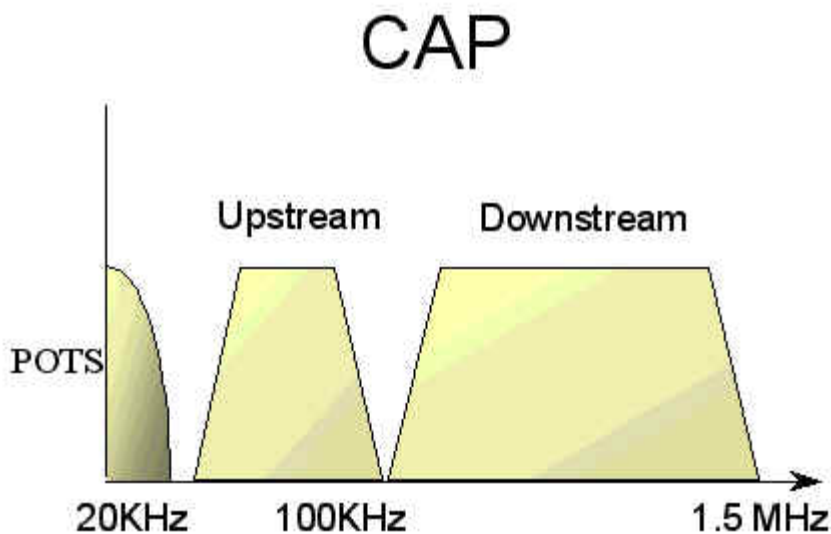


Σχήμα –2: 2B1Q Συχνότητας – Συμπεριφοράς.[8]

CAP

Η τεχνολογία διαμόρφωσης CAP (Carrierless Amplitude Phase modulation) είναι ένας συνδυασμός διαμόρφωσης του σήματος κατά πλάτος και κατά φάση χρησιμοποιώντας TDM -Time Division Multiplexing- και FDM -Frequency Division Multiplexing.[14]

Βασίζεται στη QAM -Quadrature Amplitude Modulation- διαμόρφωση σε κάθε υποκανάλι. Πιο συγκεκριμένα, αποθηκεύει τα διαμορφωμένα κομμάτια του σήματος στη μνήμη και στη συνέχεια τα ενώνει υπό τη μορφή μεταδιδόμενου κύματος. Επειδή το σήμα χωρίζεται σε τεμάχια δεν περιέχει πληροφορία, ωστόσο ο παραλήπτης θα τη λάβει, μια και ενωμένο την περικλείει. Το CAP παρόλο που αύξησε την αποτελεσματικότητα του QAM δεν αποτελεί τη σημερινή διαμόρφωση των ADSL, γιατί τα DMT modems πετυχαίνουν μεγαλύτερες ταχύτητες και λιγότερο θόρυβο στη μεταφορά.[7]



Σχήμα-3: CAP.[7]

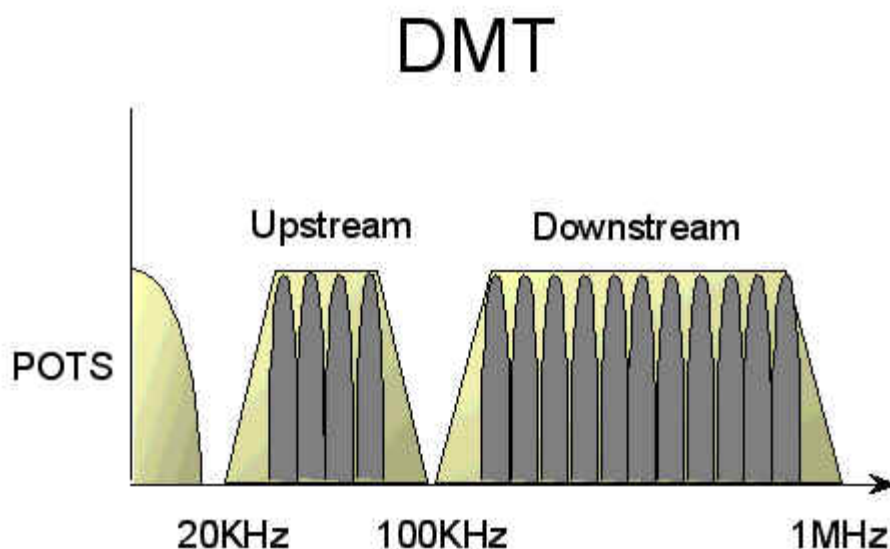
DMT

Η διαμόρφωση DMT (Discrete Multitone Modulation) αποτελεί μία νέα τεχνολογία, η οποία διαιρεί καθένα από τα τρία κανάλια σε 256 υποκανάλια εύρους 4KHz το καθένα, πάνω από τα οποία μεταδίδονται τα δεδομένα -χρησιμοποιείται QAM. Αυτό δίνει την δυνατότητα της εξεύρεσης και της απομόνωσης των υποκαναλιών εκείνων που επηρεάζονται περισσότερο από τον θόρυβο και τα παράσιτα και την μεταβίβαση της κίνησής τους στα

γειτονικά κανάλια. Επιπλέον η αύξηση των καναλιών επιδρά και στη ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων.[8]

Τα κανάλια αυτά στην τεχνολογία ADSL δημιουργούνται με τη διαίρεση του διατιθέμενου εύρους ζώνης μιας τηλεφωνικής χάλκινης γραμμής με την τεχνική πολύπλεξης διαίρεσης φάσματος -FDM, σε συνδυασμό με την τεχνική καταστολής ήχου -echo cancellation. Οι διαδρομές προς και από τον συνδρομητή στη συνέχεια διαιρούνται με την τεχνική πολύπλεξης διαίρεσης χρόνου -TDM σε ένα ή περισσότερα κανάλια υψηλής ταχύτητας και ένα ή περισσότερα κανάλια χαμηλής ταχύτητας. Μια χωρητικότητα εύρους 4KHz δεσμεύεται στο κάτω άκρο της περιοχής των συχνοτήτων για χρήση από υπηρεσίες συμβατικής τηλεφωνίας -σχήμα -4.[14]

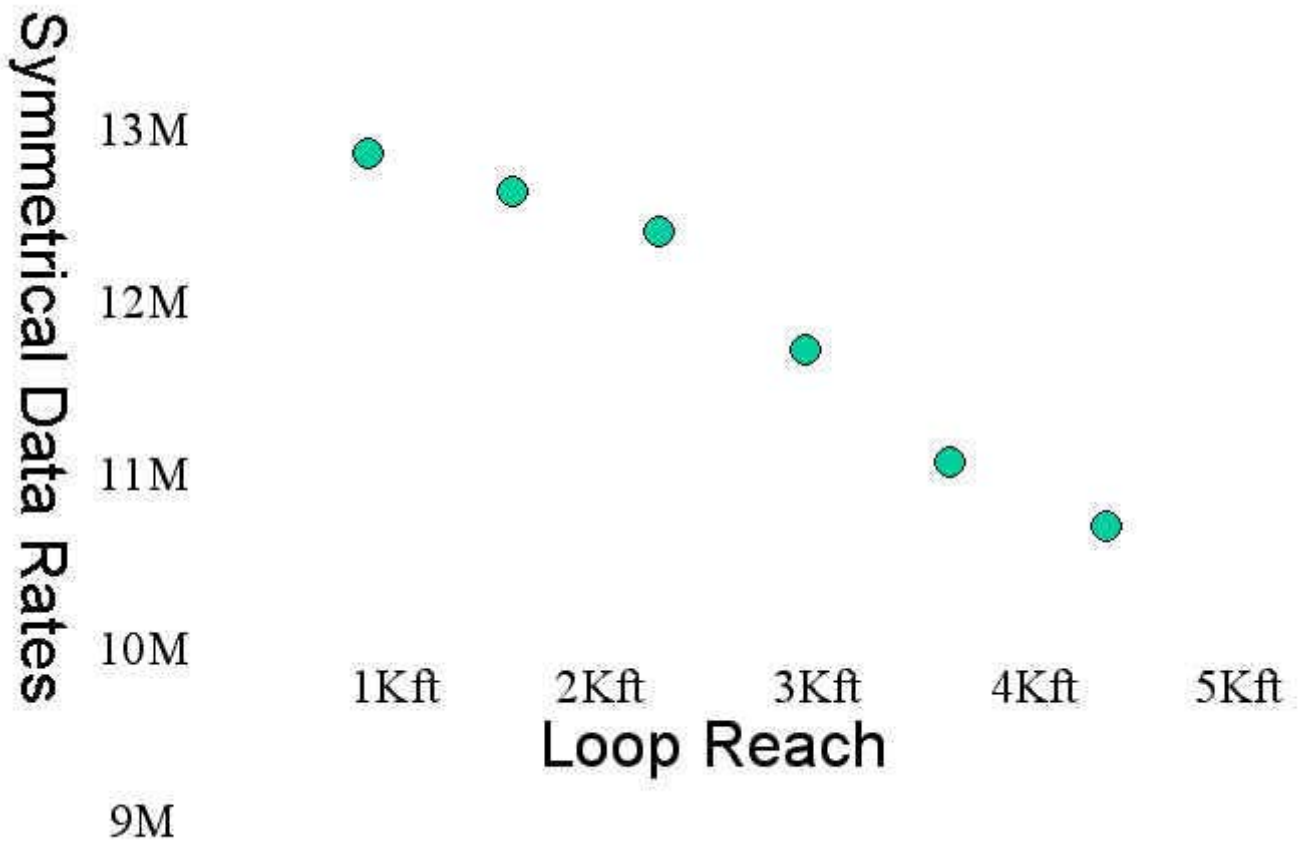
Αυτή η προσέγγιση δίνει ένα υψηλής ποιότητας και αξιοπιστίας αποτέλεσμα. Η διαμόρφωση DMT είναι ουσιαστικά το επίσημο ANSI πρότυπο της τεχνολογίας ADSL -T1.413.[1]



Σχήμα -4: DMT.[7]

DWMT

Η διαμόρφωση DWMT (Discrete Wavelet Multitone) είναι μια παραλλαγή της DMT στην οποία χρησιμοποιείται μετασχηματισμός κύματος αντί για μετασχηματισμό Fourier.[7]



Σχήμα-5: DWMT.[7]

Οι διαφορετικές xDSL τεχνολογίες

Η τεχνολογία DSL -Digital Subscriber Line- δεν είναι άλλη από την ISDN-BRI η οποία διαθέτει δύο κανάλια των 64Kbps και ένα των 16Kbps. Όπως ήδη αναφέραμε ο όρος xDSL αναφέρεται σε διάφορες παραλλαγές της τεχνολογίας DSL, όπου εφαρμόζοντας προηγμένες μεθόδους διαμόρφωσης και μεταφορά των δεδομένων είναι δυνατό να επιτυγχάνονται υψηλές ταχύτητες μετάδοσης προς την μία ή και τις δύο ακόμα κατευθύνσεις. Στη συνέχεια αναλύονται οι διαφορετικές τεχνολογίες της ευρύτερης οικογένειας xDSL.

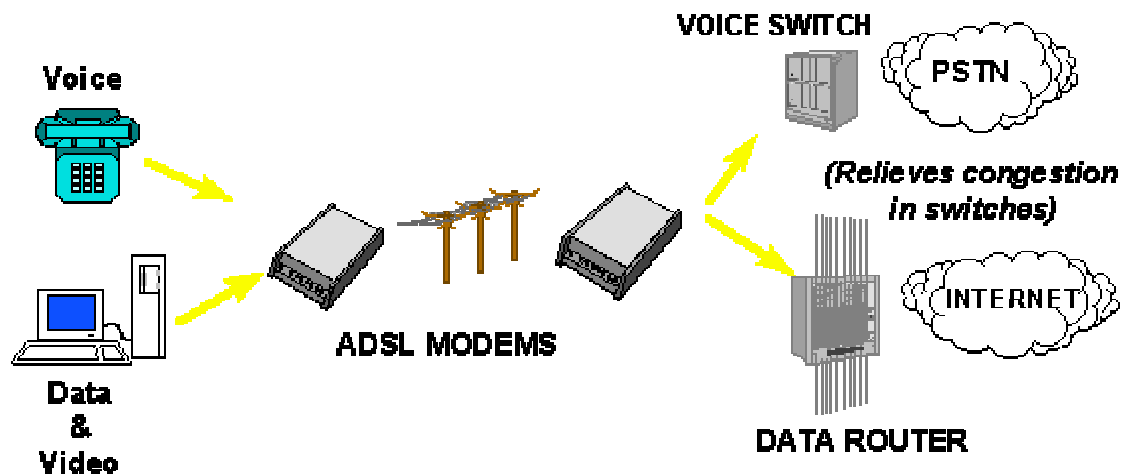
ADSL

Η τεχνολογία ADSL -Asymmetric Digital Subscriber Line- είναι ασυμμετρική παρέχοντας μεγαλύτερο bandwidth στο downstream κανάλι, δηλαδή προσφέρει μεγαλύτερο εύρος ζώνης για τη λήψη δεδομένων –από το κέντρο της τηλεφωνικής εταιρείας προς τον χρήστη- και μικρότερο για την αποστολή. Αυτή η ασυμμετρικότητα κάνει την ADSL τεχνολογία ιδανική για την σύνδεση των τελικών χρηστών στα δίκτυα δεδομένων αφού σε αυτές τις περιπτώσεις οι χρήστες είναι κατά βάση «καταναλωτές» πληροφορίας και όχι παραγωγοί.[9]

Πιο συγκεκριμένα, η ADSL τεχνολογία επιτυγχάνει ταχύτητες λήψης δεδομένων από 1,54Mbps -σε αποστάσεις μέχρι 5,4Km- έως 9Mbps -3Km- και ταχύτητες αποστολής δεδομένων από 640Kbps έως 1,54Mbps, κάνοντας χρήση ενός μόνο ζεύγους καλωδίων τυπικής διατομής 24 AWG.[25]

Χαρακτηριστικό αυτής της τεχνολογίας είναι η δυνατότητα μετάδοσης τηλεφωνικού σήματος ταυτόχρονα με την μετάδοση των δεδομένων. Αυτό γίνεται μέσω 2 Splitter στα άκρα της σύνδεσης τα οποία πολυπλέκουν την τηλεφωνική και την γραμμή των δεδομένων πάνω στο ίδιο ζεύγος καλωδίων.[24]

Από την πλευρά του συνδρομητή, η σύνδεση μέσω ενός ADSL modem σε τίποτε δε διαφέρει από τη σύνδεση μέσω ενός συμβατικού modem, εκτός από το ότι το δεύτερο modem -αυτό που απαντάει στις κλήσεις- δε βρίσκεται στον παροχέα σύνδεσης, αλλά στο τηλεφωνικό κέντρο στο οποίο είναι συνδεδεμένος ο συνδρομητής. Η τεχνολογία διαμόρφωσης του αναλογικού σήματος που μεταφέρεται μέσα από τη γραμμή μοιάζει με αυτή των συμβατικών αναλογικών modem.[20]



Σχήμα -6: Εφαρμογές ADSL.

RADSL

Μια παραλλαγή του ADSL είναι η RADSL –Rate Adaptive Digital Subscriber Line- το οποίο φέρεται ως πιο ευέλικτο. Η RADSL επιτρέπει στον τηλεπικοινωνιακό οργανισμό να μεταβάλλει δυναμικά τη χωρητικότητα μιας σύνδεσης DSL σύμφωνα με τις τρέχουσες απαιτήσεις του χρήστη σε χωρητικότητα, αλλά και σύμφωνα με το μήκος και την ποιότητα της γραμμής. Ο διαχειριστής του δικτύου, ο οποίος στην περίπτωση αυτή δεν είναι υποχρεωτικά ο Internet provider αλλά ο τηλεπικοινωνιακός οργανισμός, μπορεί να ρυθμίσει τις παραμέτρους της σύνδεσης σε σταθερής ή μεταβαλλόμενης ταχύτητας και ασφαλώς να χρεώσει τον πελάτη ανάλογα με την ταχύτητα που χρησιμοποίησε. Επιπλέον, η τεχνολογία αυτή επιτρέπει μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ συνδρομητή και τηλεφωνικού κέντρου απ' ό,τι η ADSL, χωρίς ασφαλώς να διατηρούνται οι μέγιστες ταχύτητες που αναφέραμε.[25]

Ένα άλλο χρήσιμο χαρακτηριστικό της RADSL είναι το ότι επιτρέπει στους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς να διαχωρίζουν δεδομένα από φωνή, δρομολογώντας μόνο τα δεδομένα μέσω των δικτύων δεδομένων τους προκειμένου να εξασφαλίζουν υψηλή ταχύτητα από τον συνδρομητή μέχρι τον παροχέα. Με τον τρόπο αυτό εξακολουθούν να είναι χρήσιμα τα υπάρχοντα αναλογικά κυκλώματα μετάδοσης φωνής, ενώ δεν επιβαρύνονται τα δίκτυα δεδομένων -αν και η μετάδοση της φωνής δεν απαιτεί υψηλή χωρητικότητα, πρέπει μόνο να γίνεται με σταθερό ρυθμό μεταξύ των δύο άκρων. Αυτό δεν

συμβαίνει στο ISDN, όπου όλα μεταδίδονται μέσω του ψηφιακού δικτύου δεδομένων.[3]

G.LITE

Η τεχνολογία G.Lite ή UDSL (Universal Digital Subscriber Line) προτείνεται σαν μία ελαφριά έκδοση της ADSL τεχνολογίας. Χρησιμοποιεί εξοπλισμό χαμηλότερου κόστους και είναι πιο εύκολη στην εγκατάσταση και την συντήρησή της. Επιπλέον, οι εταιρείες παροχής DSL προσπαθούν να καταργήσουν το pots splitter -είναι ένα φίλτρο που χωρίζει τη φωνή από τα δεδομένα- ούτε ώστε να μειωθεί το κόστος. Τα τελευταία χρόνια γίνεται μία προσπάθεια καθορισμού προτύπου για την G.Lite –τον Οκτώβριο του 1998 η I.T.U καθιέρωσε το I.T.U(G.992.2)- η I.T.U είναι η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών.[15]

Από την άλλη, επιτυγχάνει μικρότερες ταχύτητες από την ADSL σε μεγαλύτερες όμως αποστάσεις. Συγκεκριμένα φτάνει το 1,54Mbps –27 φορές ταχύτερο από τα 56Kbps του αναλογικού modem- στο downstream και 512Kbps στο upstream σε αποστάσεις μέχρι 6,6 με 7,5Km, κάνοντας χρήση ενός μόνο ζεύγους καλωδίων. Δεν απαιτεί ξεχωριστό δίκτυο, μια και όλες οι αλλαγές περιέχονται στο UDSL modem. Είναι κατάλληλη για ηλεκτρονικό εμπόριο, για ηλεκτρονική ανάληψη χρημάτων από τράπεζα και για τηλεδιδασκαλία.[11]

IDSL

Η τεχνολογία IDSL -ISDN Digital Subscriber Line- επιτυγχάνει ταχύτητες 144Kbps και προς τις δύο κατευθύνσεις –πρόκειται για συμμετρική τεχνολογία παρέχοντας το ίδιο bandwidth και προς τις δύο κατευθύνσεις- και σε αντίθεση με την ADSL μεταφέρει μόνο δεδομένα. Παρόλο που έχει την ίδια τεχνολογία διαμόρφωσης με την ISDN –2B1Q- δεν χρησιμοποιεί ειδικές γραμμές και δεν χρειάζεται διακόπτη με αποτέλεσμα να μην προκαλεί συμφόρηση στο δίκτυο και επιπλέον να μην απαιτεί συνεχόμενες κλήσεις.[5]

Η IDSL χρησιμοποιεί τον εξοπλισμό του ISDN και μπορεί να λειτουργήσει με το τωρινό αναλογικό και ISDN δίκτυο. Επομένως δεν χρειάζεται να τοποθετηθούν νέες γραμμές, μια και χρησιμοποιεί τα υπάρχοντα B και D κανάλια του ISDN. Πριν αναφέραμε ότι μεταφέρει μόνο δεδομένα, στη

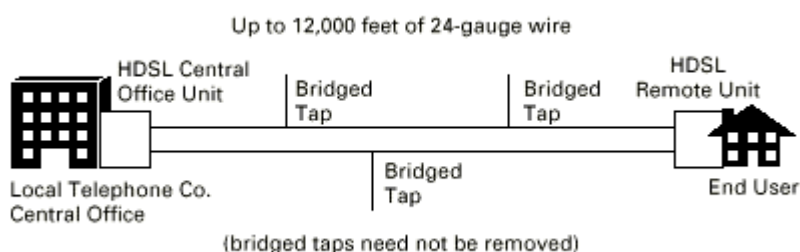
πραγματικότητα υποστηρίζει και φωνή αλλά με χαμηλότερη ταχύτητα –η μέγιστη ταχύτητα μεταφορά φωνής μέσω IDSL είναι 64Kbps.[9]

HDSL

Η τεχνολογία HDSL –High Bit Rate Digital Subscriber Line - παίρνει το όνομά της από τις υψηλές ταχύτητες μετάδοσης που επιτυγχάνει και προς τις δύο κατευθύνσεις. Πρόκειται ουσιαστικά για συμμετρική τεχνολογία παρέχοντας το ίδιο εύρος ζώνης –bandwidth- και προς τις δύο κατευθύνσεις. Το παρεχόμενο bandwidth είναι 1,544Mbps (T1) με χρήση 2 ζευγών καλωδίων και 2,048Mbps (E1) με χρήση 3 ζευγών. Οι μέγιστες αποστάσεις λειτουργίας κυμαίνονται από 3,5 έως 4,5Km.[5]

Πιο συγκεκριμένα, η HDSL μπορεί να μεταδώσει το ρυθμό σήματος της T1 (ή E1) σε αποστάσεις έως και 4Km πάνω από καλώδιο πάχους 0.5mm χωρίς να χρησιμοποιεί επαναλήπτες και αυτή η απόσταση μπορεί να αυξηθεί αν εγκατασταθούν επαναλήπτες. Για τον ρυθμό μετάδοσης –όπως ήδη αναφέραμε- της T1 (1,544Mbps) χρειάζονται 2 καλώδια και για την E1 (2,048Mbps) χρειάζονται 3 καλώδια. Σε αυτή την περίπτωση, κάθε καλώδιο μεταφέρει ένα σήμα ρυθμού 784Kbps διαμορφωμένο κατά 2B1Q.[16]

Είναι αρκετά διαδεδομένη τεχνολογία τόσο μέσα στους διάφορους τηλεπικοινωνιακούς φορείς -χρησιμοποιείται ευρέως εδώ και αρκετά χρόνια (κυρίως στις Η.Π.Α)- στην διασύνδεση των Τερματικών Κέντρων με τους Κεντρικούς Κόμβους όσο και στην πρόσβαση των τελικών χρηστών στα δίκτυα δεδομένων. Ακόμα είναι κατάλληλη για γραφειακές εφαρμογές, για e-mail, για ηλεκτρονικό εμπόριο και βιντεοδιάσκεψη -έχει την ίδια απόδοση και χαμηλότερο κόστος από το T1.[9]



Σχήμα -7: HDSL Circuit

SDSL

Η τεχνολογία SDSL –Symmetrical Digital Subscriber Line- είναι συμμετρική (η μετάδοση γίνεται με την ίδια ταχύτητα και προς τις δύο κατευθύνσεις) και εξασφαλίζει ταχύτητες από 160Kbps μέχρι και 2,048Mbps χρησιμοποιώντας ένα μόνο ζεύγος καλωδίων –ένα συνεστραμένο ζεύγος χαλκού. Για το λόγο αυτό όμως η μέγιστη απόσταση λειτουργίας είναι τα 3Km.[3]

Η SDL στηρίζεται στη παλαιότερη τεχνολογία HDSL και σαν συμμετρική τεχνολογία χρησιμοποιείται σχεδόν για τους ίδιους σκοπούς. Είναι κατάλληλη για την εξέλιξη των σημερινών υπηρεσιών συμβατικής τηλεφωνίας φωνής σε βιντεοδιάσκεψη και για επιχειρήσεις -μια και παρέχει καλύτερες υπηρεσίες στη μεταφορά αρχείων, στο e-mail και στα απομακρυσμένα τοπικά δίκτυα. Σε αντίθεση με το ADSL που είναι για ατομικούς χρήστες που θέλουν μεγαλύτερη ταχύτητα στο downstream. Επιπλέον, απαιτεί λιγότερο εξοπλισμό, μια και στηρίζεται στη 2B1Q διαμόρφωση –που προϋπάρχει λόγω T1 και ISDN- και δεν παράγει τον ίδιο θόρυβο και τις ίδιες παρεμβολές με το ADSL.[10]

Στη συνέχεια παραθέτουμε ένα πίνακα που δείχνει τις ταχύτητες του SDSL σε σχέση με την απόσταση.

ΑΠΟΣΤΑΣΗ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
6920 m	160 Kbps
6097 m	208 Kbps
5793 m	320 Kbps
5457 m	416 Kbps
4543 m	784 Kbps
3811 m	1,04 Mbps
2896 m	1,568 Mbps

ΠΙΝΑΚΑΣ –2: SDSL (Πηγή Netopia)[10]

VDSL

Η τεχνολογία VDSL –Very High Bit Rate Digital Subscriber Line- είναι ασυμμετρική και επιτυγχάνει τις μεγαλύτερες ταχύτητες της οικογένειας xDSL. Συγκεκριμένα η μέγιστη ταχύτητα που υποστηρίζει είναι 51 με 55Mbps -για

αποστάσεις γύρω στα 300m- προς τη μία κατεύθυνση (downstream) και 1,6 με 2,3Mbps προς την άλλη κατεύθυνση (upstream) χρησιμοποιώντας ένα μόνο ζεύγος καλωδίων. Η μέγιστη απόσταση λειτουργίας είναι 300m με 1500m. Στα 1500m η ταχύτητα μετάδοσης από το κέντρο στο συνδρομητή είναι γύρω στα 13Mbps.[14]

Οι μεγάλες ταχύτητες της στο downstream προέρχονται από τα υποπολλαπλάσια της κανονικής ταχύτητας του SONET -Synchronous Optical Network- και SDH 155,52Mbps, δηλαδή 51,84Mbps, 25,92Mbps και 12,96Mbps. Κάθε ταχύτητα έχει μια αντίστοιχη σειρά στόχων αποστάσεων- Πίνακας –3. Από την άλλη, το εύρος ταχυτήτων αποστολής δεδομένων δεν έχει ακόμα καθοριστεί πλήρως. Το πρώτο σενάριο είναι αυτό που ήδη αναφέραμε δηλαδή 1,6 με 2,3 Mbps, το δεύτερο είναι 19,2Mbps και το τρίτο είναι να επιτευχθούν οι ίδιες ταχύτητες με τη λήψη δεδομένων.[14]

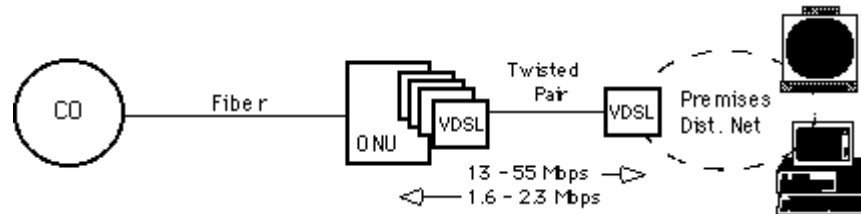
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ
12,96-13,8Mbps	1500m
25,92-27,6Mbps	1000m
51,84-55,2Mbps	300m

ΠΙΝΑΚΑΣ –3: Downstream VDSL[14]

Όσον αφορά τις τεχνολογίες διαμορφώσεις έχουν προταθεί τέσσερις για τη VDSL: η CAP, η DMT, DWMT και η SLC (Simple Line Code) -είναι μία έκδοση τεσσάρων επιπέδων base band. Ενώ τα πρότυπα της είναι υπό διαμόρφωση και για το λόγο αυτό εργάζονται πέντε διαφορετικές οργανώσεις προτύπων –η T1E1.4 (Αμερικάνικο Ansi), η ETSI (European Telecommunications Standards Institute), η DAVIC (Digital Audio-Visual Council), το ATM Forum και το Forum της ADSL- αρκετές από τις οποίες έχουν ήδη καταλήξει σε κάποια.[14]

Από την άλλη, εξαιτίας της υποστήριξης μεγάλων ταχυτήτων η τεχνολογία VDSL μπορεί να βρει εφαρμογή στην καλωδιακή εκπομπή τηλεοπτικού σήματος υψηλής ανάλυσης (High Definition TV -HDTV), στο Video-on-Demand κ.α. Για τον ίδιο λόγο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια της τεχνολογίας FTTN (Fiber to the Neighborhood). Συγκεκριμένα προτείνεται η χρήση οπτικής ίνας μέχρι ένα σημείο διανομής και κατόπιν η

χρήση της VDSL για την διασύνδεση του τελικού χρήστη. Επιπλέον, η VDSL χρησιμοποιεί τις υπάρχουσες συχνότητες του POTS (Plain Old Telephone Service) και του ISDN. Στο σχήμα –8 φαίνονται οι ικανότητες και οι εφαρμογές του VDSL.[26]



Σχήμα –8: Εφαρμογές VDSL[14]

Σύγκριση των διαφορετικών xDSL τεχνολογιών

Στο παρακάτω πίνακα συγκρίνουμε τις διάφορες XDSL τεχνολογίες .

Τεχνολογία	Αριθμός Ζευγών	Ταχύτητα	Μέγιστη Απόσταση	Εφαρμογές
ADSL/ RADSL	1	9Mbps downstream 1,54Mbps upstream	3Km	Πρόσβαση Internet, Ηλεκτρονικό εμπόριο, Βιντεοπαραγγελία-VoD, Ανάληψη χρημάτων από τράπεζα(e-banking).
		1,54Mbps downstream 640Kbps upstream	5,4Km	
G.Lite	1	1,54Mbps downstream 512Kbps upstream	6,6 – 7,5Km	Πρόσβαση Internet, Ηλεκτρονικό εμπόριο, Βιντεοπαραγγελία-VoD, Ανάληψη χρημάτων (e- banking), Τηλεδιδασκαλία.
IDSL		144Kbps 64Kbps	6,6-7,5Km	Δεδομένα (Internet) Φωνή
HDSL	2	1,544Mbps (T1)	3,5 – 4,5Km	Αντικατάσταση T1/E1, Διασύνδεση Τερματικών Κέντρων με Κόμβους, Τοπικά δίκτυα, Εταιρείες, Βιντεοδιάσκεψη.
	3	2,048 Mbps (E1)		
SDSL	1	1,544Mbps (T1) 2,048Mbps (E1)	3Km	Αντικατάσταση T1/E1, Επιχειρήσεις -μεταφορά αρχείων, e-mail, Τοπικά δίκτυα, Βιντεοδιάσκεψη.
VDSL	1	51 - 55Mbps downstream 1,6 – 2,3Mbps upstream	300m	Καλωδιακή εκπομπή τηλεοπτικού σήματος υψηλής ανάλυσης (High Definition TV - HDTV), Video-on-Demand, Πρόσβαση διαδικτύων πολυμέσων.

ΠΙΝΑΚΑΣ -4: Συγκριτικός – Συνοπτικός πίνακας των xDSL τεχνολογιών

Σύγκριση με άλλες τεχνολογίες

Οι χάλκινες τηλεφωνικές γραμμές έχουν δώσει στο xDSL modem ένα καθαρό προβάδισμα έναντι του cable modem και της οπτικής ίνας. Και αυτό γιατί η οπτική ίνα δεν είναι διαθέσιμη στις περισσότερες επιχειρήσεις σε όλον τον κόσμο.

Η χρήση μίας τυπικής τηλεφωνικής γραμμής χαρίζει στο xDSL ένα πλήθος πλεονεκτημάτων όπως:

- Ταχύτητα -η υπηρεσία xDSL επιτρέπει την πλήρη χρήση του εύρους ζώνης της τηλεφωνικής γραμμής, ενώ οι χρήστες του cable modem αξιοποιούν μόνο ένα μέρος από τη δυνατή ταχύτητά του.
- Διαθεσιμότητα –όπως ήδη αναφέραμε, οι τηλεφωνικές γραμμές χαλκού είναι εγκατεστημένες σχεδόν σε κάθε σπίτι και επιχείρηση παγκοσμίως, κάτι που δε συμβαίνει με το ομοαξονικό καλώδιο.
- Αλληλεπίδραση -το xDSL προσφέρει δυνατότητα αλληλεπίδρασης σε όλες τις εφαρμογές του, κάτι που δε συμβαίνει με τα cable modems τα οποία χρησιμοποιούνται μόνο για εκπομπή –broadcast- στον πελάτη.
- Ασφάλεια -στα cable modems η ασφάλεια είναι πρόβλημα μια και λειτουργούν σε μοιραζόμενη γραμμή, κάτι που δεν παρουσιάζεται στο xDSL. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ότι μπορούμε να βασιζόμαστε στην αξιοπιστία και την ελαστικότητα του xDSL χωρίς να ανησυχούμε για το γέμισμα του καλωδιακού δικτύου με προβλήματα και περιόδους υπολειτουργίας.[27]

Στο παρακάτω πίνακα φαίνεται η μεγάλη διαφορά από πλευράς ταχύτητας του DSL σε σχέση με τις άλλες τεχνολογίες.

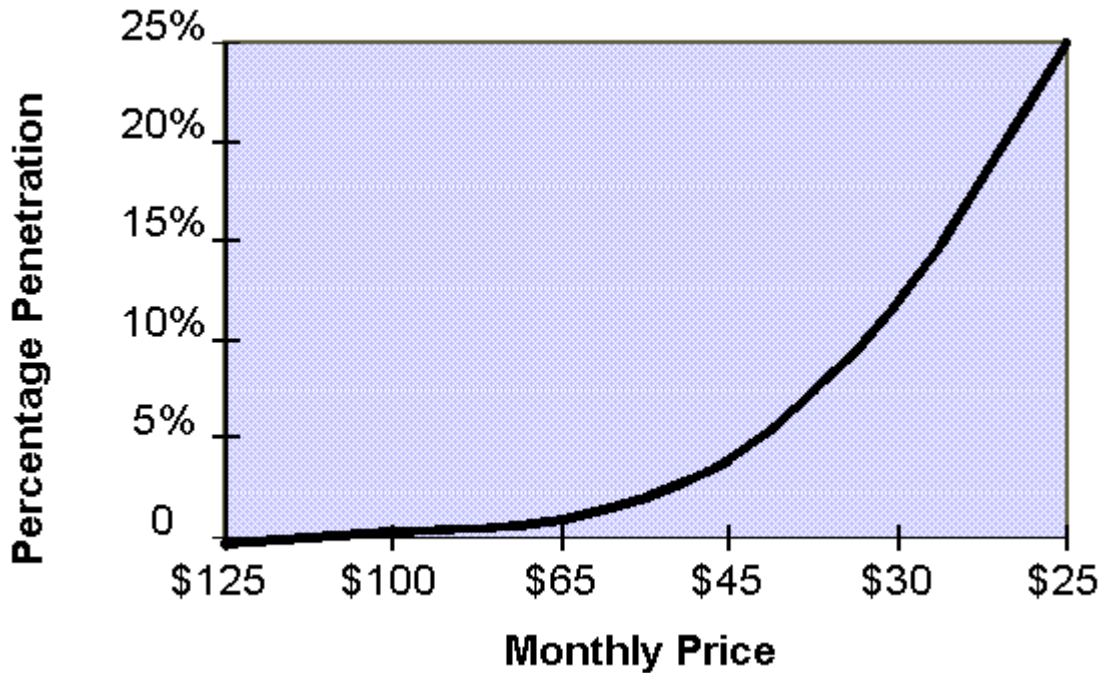
Είδος δεδομένων	Μήκος Αρχείου	28,8Kbps Modem	ISDN – 128Kbps	DSL – 384Kbps	DSL – 1,5Mbps
25 σελίδες με κείμενο και γραφικά	2,5Mb	12min	2,5min	52sec	13sec
20sec βίντεο	8Mb	37min	8,5min	2,75min	43sec
Netscape 4.0 ή Explorer 4.0	25Mb	120min	26min	8,66min	2,2min

ΠΙΝΑΚΑΣ -5: Συγκριτικός πίνακας των τεχνολογιών πρόσβασης στο Internet.[13]

Κόστος xDSL

Σύμφωνα με την Everything dsl –εταιρείας παροχής xDSL τεχνολογίας- η xDSL έχει περίπου το ίδιο κόστος με μία δεύτερη τηλεφωνική γραμμή και πληρώνεις επιπλέον \$19,95 το μήνα για πρόσβαση στο Internet.[12] Από την άλλη, το Μάρτιο του 1999 η Zyan Communications που εδρεύει στο Los Angeles, χρέωνε \$149 το μήνα για μια γραμμή 160Kbps SDSL.[23] Όσο αφορά την Ευρώπη, για παράδειγμα, στην Ιταλία κοστίζει γύρω στις 25.000δρχ.[18]

Η τιμή της xDSL –όπως και όλων των εμπορικών προϊόντων – εξαρτάται από τη ζήτηση που έχει. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η ελάττωση της τιμής του σε σχέση με την διείσδυση του στην αγορά –έρευνα αγοράς που πραγματοποιήθηκε το 1997 στις Η.Π.Α από την AG Communication Systems.[22]



Σχήμα -9: Μηνιαία τιμή σε σχέση με τη κατοικημένη διείσδυση για τη βασική υπηρεσία DSL.[22]

Εφαρμογές xDSL

Οι τεχνολογίες xDSL μπορούν να μεταφέρουν την πληροφορία με γρήγορο και ασφαλή τρόπο. Υπάρχουν αρκετές γενικές, εκπαιδευτικές, επιχειρησιακές και κυβερνητικές εφαρμογές που μπορούν να εξυπηρετηθούν αποτελεσματικά από αυτές. Πολλές εφαρμογές ακολουθούν ένα τυπικό μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή. Αυτό το μοντέλο προϋποθέτει ότι η πλειοψηφία της πληροφορίας στέλνεται downstream προς τον πελάτη και ότι το upstream κανάλι μεταφέρει λιγότερη πληροφορία. Οι ADSL και RADSL είναι κατάλληλες για την ικανοποίηση αυτών των αναγκών πελάτη-εξυπηρετητή. Οι HDSL και SDSL είναι πιο συμφέρουσες οικονομικά για τις εφαρμογές που εξυπηρετούνται καλύτερα από ένα συμμετρικό σύνδεσμο, όπως η αλληλοσύνδεση σε LAN και η διάσκεψη μέσω video.[29]

Επιπλέον, οι τεχνολογίες xDSL προσφέρουν υψηλές ταχύτητες, μπορούν να μεταφέρουν ταυτόχρονα φωνή, υπηρεσίες πολυμέσων και δεδομένα μέσω της ίδιας τηλεφωνικής γραμμής και να προσαρμοστούν σε

οποιοδήποτε τύπο περιβάλλοντος δεδομένων και video. Στη συνέχεια περιγράφουμε αναλυτικά μερικές βασικές εφαρμογές της xDSL.[20]

Internet και Εργασία στο σπίτι

Κάθε χρόνο εκατομμύρια άνθρωποι εγγράφονται συνδρομητές στο Internet με σύνδεση στο σπίτι τους. Το ποσοστό εγγραφής υπολογίζεται ότι αυξάνεται κατά 40% περίπου κάθε μήνα. Επιπλέον, πολλές επιχειρήσεις παρατηρούν ότι οι εργαζόμενοί τους είναι πιο αποδοτικοί αν εργάζονται στο σπίτι τους με πλήρη ή μερική απασχόληση. Οι τεχνολογίες xDSL σήμερα παρέχουν τις υψηλότερες δυνατές ταχύτητες πρόσβασης για τις υπηρεσίες αυτές. Ακόμα και με τη σχετικά χαμηλή ταχύτητα των τεχνολογιών xDSL των 1,544Mbps, η απόδοση γίνεται περίπου 50 φορές μεγαλύτερη από αυτή μ' ένα παραδοσιακό modem. Γραφικά ή μεγάλα αρχεία μεταφέρονται μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα.[25]

Εκπαίδευση από απόσταση

Με τη βοήθεια της xDSL, είναι εφικτή η παροχή video σε απομακρυσμένες αίθουσες μέσω τυπικού καλωδίου συνεστραμμένου ζεύγους. Ενώ ο καθηγητής διδάσκει, οι μαθητές μπορούν να συμμετέχουν. Την ίδια στιγμή, μαθητές σε απομακρυσμένες αίθουσες ή στο σπίτι μπορούν να παρακολουθούν τη διδασκαλία. Με τη βοήθεια του συμμετρικού καναλιού οι απομακρυσμένοι μαθητές μπορούν να συμμετάσχουν ενεργά στο μάθημα.[16]

Video κατά ζήτηση (Video-on-demand)

Με το video-on-demand, οι πελάτες μπορούν να «νοικιάσουν» τις τελευταίες ταινίες και άλλο υλικό από το σπίτι τους. Ο πελάτης απλά ζητά μια ταινία όποτε θέλει και θα έχει στη διάθεσή του όλα τα χαρακτηριστικά ενός κανονικού VCR, όπως pause, fast forward και rewind.[20]

Διεθνής και Ευρωπαϊκή πραγματικότητα

Από το 1996 έχει ξεκινήσει η εφαρμογή xDSL τεχνολογιών, ενώ εταιρείες όπως η Compaq, η Intel και η Microsoft σε συνεργασία με τηλεφωνικές εταιρείες έχουν αναπτύξει πρότυπα για τη G.Lite –πολύ ευκολότερη στην εγκατάσταση όπως ήδη αναφέραμε. Μέσα σε σχετικά λίγα χρόνια, η τεχνολογία xDSL αναμένεται να υποκαταστήσει ή να ανταγωνιστεί το ISDN σε πολλές περιοχές, καθώς επίσης και τα καλωδιακά modem στη μεταφορά εφαρμογών πολυμέσων και 3-D στις οικίες και σε μικρές επιχειρήσεις.[25]

Υπάρχουν διάφορες -πολλές φορές μάλιστα με σημαντικές αποκλίσεις- εκτιμήσεις σχετικά με την πορεία της αγοράς xDSL τόσο σε διεθνές επίπεδο όσο και σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης. Και αυτό γιατί η ανάπτυξη της αγοράς των υπηρεσιών και προϊόντων xDSL εξαρτώνται από την εξέλιξη των αναγκών για υψηλές ταχύτητες πρόσβασης στο Internet και από τις υπηρεσίες εφαρμογών πολυμέσων. Με άλλα λόγια πολύ σημαντικό ρόλο στην καθιέρωση και ανάπτυξη των xDSL υπηρεσιών, θα παίξει πρώτα απ' όλα η συνεχής αύξηση των χρηστών του Internet και η συνεχώς αυξανόμενη απαίτηση για υψηλότερες ταχύτητες μετάδοσης λόγω αύξησης της ποσότητας δεδομένων που διακινούνται.

Ο ρυθμός αύξησης αναμένεται να είναι μεγαλύτερος στην Ευρώπη -και ακόμα περισσότερο στην Ελλάδα- απ' ότι στις Η.Π.Α, λόγω του ότι υπάρχουν μεγαλύτερα περιθώρια ανάπτυξης, μια και ως τώρα η Ευρώπη έχει μείνει σχετικά πίσω. Χαρακτηριστικό είναι άλλωστε πως αναμένεται ότι ο όγκος της κίνησης δεδομένων θα ξεπεράσει τα επόμενα χρόνια τον αντίστοιχο της μετάδοσης φωνής. Η συνεπακόλουθη απαίτηση για γρηγορότερες γραμμές είναι λογικό να δώσει πολύ μεγάλη ώθηση στην ανάπτυξη της αγοράς xDSL, εφόσον βέβαια το κόστος των τελευταίων κινείται σε σχετικά λογικά πλαίσια.

Πιο συγκεκριμένα, η Onum εκτιμά ότι ο αριθμός των xDSL γραμμών θα αυξηθεί από 7 εκατομμύρια που ήταν το 1997 σε 19 εκατομμύρια το 2003, η Frost & Sullivan προβλέπει ετήσιο ρυθμό αύξησης 36% στο διάστημα 1996-2003, ενώ η Gartner Group εκτιμά συνολική αύξηση των γραμμών της τάξης του 350% για το διάστημα 1997-2002. Από την άλλη, η ανάπτυξη της αγοράς

των γραμμών xDSL αναμένεται να περιορίσει σημαντικά το μερίδιο στην αγορά άλλων τεχνολογιών, όπως για παράδειγμα του ISDN. Για παράδειγμα, η Intelligence προβλέπει ότι η τεχνολογία ADSL θα καταλάβει το έτος 2003 το 36% περίπου της αγοράς, τα καλωδιακά modem το 26%, ενώ οι δορυφορικές τεχνολογίες και το ISDN θα περιοριστούν στο 12% περίπου. Στον συγκεντρωτικό πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά οι εκτιμήσεις διαφόρων εταιρειών ή ιδρυμάτων για τους ρυθμούς διείσδυσης της τεχνολογίας xDSL στην διεθνή τηλεπικοινωνιακή αγορά. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι οι εκτιμήσεις αυτές δεν συγκλίνουν απόλυτα αριθμητικά, ενώ κάποιες θεωρούν ότι η xDSL δεν θα καταφέρει να εισαχθεί επιτυχώς στη διεθνή αγορά.[17]

ΠΗΓΗ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ
Data monitor	Ευρώπη	Μέχρι το 2002 5,5 εκατομμύρια σπίτια θα εξυπηρετούνται από γραμμές xDSL. [Πηγή: «EUROPE Will Close Broadband Gap, Report Says» TechWeb News, 11 Απριλίου, 1998]
Onum	Παγκοσμίως	Ο συνολικός αριθμός XDSL γραμμών θα αυξηθεί σε 19 εκατομμύρια μέχρι το 2003. [Πηγή: «Onum Virtual Press Center, XDSL Press Release, 13 Νοεμβρίου 1997]
Gather Group	Η.Π.Α	Η τεχνολογία XDSL θα έχει το 10% της αγοράς για απομακρυσμένη πρόσβαση σε υπηρεσίες μέχρι το 2002.[Πηγή: «US Robotics Debuts DSL Products» 3Com Press Release, 12 Μαρτίου 1997]
Communication Industry Researchers	Παγκοσμίως	Οι XDSL εγκαταστάσεις για επιχειρησιακή χρήση θα φτάσουν τις 878.200 μέχρι το 2006. Οι XDSL εγκαταστάσεις για επιχειρησιακή χρήση θα φτάσουν τις 5.152.200 μέχρι το 2006. Πιο συγκεκριμένα μέχρι το 2006, το 73% αναμένεται στη περιοχή της Ασίας, το 17% θα είναι στις Η.Π.Α και το 7% θα είναι στην Ευρώπη.

ΠΙΝΑΚΑΣ -6: Εκτιμήσεις για τους ρυθμούς διείσδυσης της τεχνολογίας xDSL.[17]

Από την άλλη, οι τεχνολογίες xDSL ήδη γίνονται ευρύτερα διαθέσιμες σε ολόκληρο τον κόσμο και οι πιο πρόσφατες μετρήσεις αναφέρουν ότι η ADSL τεχνολογία έχει ξεπεράσει τους 34,7 εκατομμύρια πελάτες διεθνώς. Ειδικότερα στην Ευρώπη, αρκετές χώρες όπως η Φινλανδία, η Αγγλία, η Γαλλία, η Σουηδία, η Ολλανδία, το Βέλγιο και η Ιταλία έχουν ήδη εγκαταστήσει γραμμές DSL. Ενώ στη Γερμανία η Deutsche Telecom έχει σκοπό την κάλυψη σαράντα πόλεων μέχρι το 2002 –κυρίως ADSL. Από το 1997, χιλιάδες τηλεφωνικές γραμμές φέρνουν ADSL τεχνολογία σε κατοίκους του Ελσίνκι, ενώ η Ισπανία έχει ανακοινώσει σχέδια για την εισαγωγή τέτοιας τεχνολογίας με την κυβερνητική αποδοχή για ενιαία κοστολόγηση πρόσβασης στο διαδίκτυο.[25]

Παρόλο αυτά στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης συνεχίζουν να υπάρχουν προβλήματα σχετικά με τις DSL γραμμές. Για παράδειγμα στην Ιταλία δεν είναι ακόμα 100% bug free και κοστίζει γύρω στα 25.000δρχ – ADSL και 24 ώρες on line- ενώ το ISDN είναι δωρεάν.[18]

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

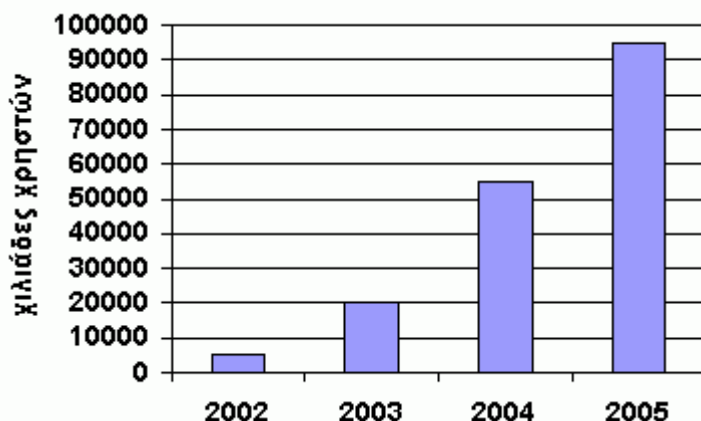
Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα η απαίτηση για γρήγορη και φθηνή πρόσβαση στο διαδίκτυο αλλά και σε υπηρεσίες και εφαρμογές πολυμέσων - ηλεκτρονικό εμπόριο, τηλεκπαίδευση, υπηρεσίες ψυχαγωγίας- είναι ποιοτικά και ποσοτικά αντίστοιχη μ' αυτή που παρατηρείται διεθνώς και με καλύτερη προσέγγιση μ' αυτή που συναντάται στον Ευρωπαϊκό χώρο. Επιπλέον, λόγω του ότι η Ελληνική αγορά στους τομείς αυτούς δεν έχει αναπτυχθεί σε ανάλογο επίπεδο με την Ευρωπαϊκή αγορά και πολύ περισσότερο σε σχέση με την Αμερικανική, τα περιθώρια ανάπτυξης και ο αναμενόμενος ρυθμός είναι πολύ μεγαλύτερα. Το κατά πόσο η ανάπτυξη αυτή θα επηρεάσει και την τεχνολογία xDSL θα εξαρτηθεί πλέον από το κόστος της υπηρεσίας και την ποσοτική προσφορά που θα υπάρξει από τις εταιρείες παροχής τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Σε περίπτωση που ο αριθμός των γραμμών xDSL είναι αρκετά ικανοποιητικός και το κόστος τους λογικό, το ποσοστό

διείσδυσης αναμένεται να ακολουθήσει τα αντίστοιχα ποσοστά διείσδυσης στην Αμερικανική και πολύ περισσότερο στην Ευρωπαϊκή αγορά.

Πιο συγκεκριμένα μπορούμε να παρατηρήσουμε τα ακόλουθα:

- Ο Ο.Τ.Ε είναι ο μόνος φορέας που μπορεί να προσφέρει την υπηρεσία καθώς δεν υπάρχει ανταγωνιστής του με ενσύρματο τηλεφωνικό δίκτυο χαλκού.
- Η αρχική τιμή θα πρέπει να είναι αρκετά ακριβή, καθώς παρόμοιας χωρητικότητας κυκλώματα και ιδιαίτερα τα μισθωμένα, παραμένουν αρκετά ακριβά στη χώρα μας. Επιπλέον, αν ο Ο.Τ.Ε προσφέρει την υπηρεσία αρκετά φθηνά θα αντιμετωπίσει εσωτερικό ανταγωνισμό με άλλες υπηρεσίες, όπως το ISDN.
- Το αρχικό κοινό το πιο πιθανό θα είναι επιχειρήσεις και μεγάλοι οργανισμοί, παρόλο που το DSL σχεδιάστηκε ως τεχνολογία για όλους τους συνδρομητές σταθερής φωνητικής τηλεφωνίας.
- Αργότερα, εφόσον οι εφαρμογές μεγάλου εύρους ζώνης γίνουν δημοφιλείς σε οικιακό περιβάλλον -π.χ. τηλεργασία, τηλεεκπαίδευση- οι προοπτικές για το DSL είναι αρκετά καλές στη χώρα μας, καθώς δεν υπάρχουν δίκτυα καλωδιακής τηλεόρασης, που αποτελούν και τη μόνη ανταγωνιστική υποδομή για ενσύρματη πρόσβαση σε υπηρεσίες ευρείας ζώνης.
- Η ποιότητα της σύνδεσης του xDSL εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την απόσταση από το κέντρο. Στην Ελλάδα –κυρίως Αθήνα και Θεσσαλονίκη- κάθε συνδρομητής απέχει το πολύ 1,5 Km από το αντίστοιχο κέντρο. Συνεπώς τα πράγματα στην Ελλάδα μπορεί να είναι καλύτερα από άλλες χώρες σε ότι αφορά το xDSL.[19]

Τα παραπάνω συμπεράσματα συμφωνούν με την κατεύθυνση που υποδεικνύεται στο ακόλουθο διάγραμμα. Ο αρχικός ρυθμός διείσδυσης των υπηρεσιών xDSL είναι υψηλός, όμως η διείσδυση παραμένει σχετικά χαμηλά για τα πρώτα έτη.



Σχήμα -10: Πρόβλεψη εξέλιξη της αγοράς DSL στην Ελλάδα.[17]

Παρόλο που στην Ελλάδα δεν υπάρχει –όπως ήδη αναφέραμε- DSL τεχνολογία σε επίπεδο εμπορικό πριν από ένα χρόνο περίπου έγινε ένα πειραματικό δίκτυο ADSL από τέσσερα πανεπιστήμια της χώρας – Αριστοτέλειο, Αθηνών, Πάτρας και Κρήτης– η πρώτη φάση τελείωσε τον Ιούλιο του 2000. Σκοπός αυτού του project ήταν να δουν τις δυνατότητες και τα τυχόν προβλήματα των υπάρχοντων τηλεφωνικών γραμμών. Επιπλέον έγινε μια έρευνα κοστολόγησης της υπηρεσίας –Πανεπιστήμιο Κρήτης.[31]

Τέλος, πριν από λίγο καιρό η εταιρεία Otenet -θυγατρική του Ο.Τ.Ε που παρέχει Internet- απέστειλε ένα e-mail σε συγκεκριμένους συνδρομητές της -η επιλογή έγινε μέσω της Research International. Το e-mail αυτό τιλοφορούνταν: «Ο Ο.Τ.Ε και η ΟΤΕΝΕΤ σας παρέχουν δωρεάν πολύ γρήγορη πρόσβαση στο Internet» και αναφέρονταν στο πιλοτικό πρόγραμμα που ξεκινούσε ο Ο.Τ.Ε -μέσω της θυγατρικής του Otenet- για την παροχή της τεχνολογίας ADSL στην Ελλάδα. Στην Αθήνα οι δοκιμές θα γίνουν στην περιοχή των Εξαρχείων και στο Μαρούσι, ενώ δοκιμές θα γίνουν και στο κέντρο της Θεσσαλονίκης.[32]

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <http://erevos.ceid.upatras.gr/Postgraduate/Reports98/Access/Access.htm> Εργασία για το μάθημα «Αλγοριθμικά θέματα δικτύων και Τηλεματικής» του Μεταπτυχιακού Τμήματος Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πατρών των Αδαμόπουλος Νίκος, Μιλτιάδους Γιώργος και Μπακάλης Δημήτρης. Η Εργασία είχε για θέμα τις Τεχνολογίες Πρόσβασης και αναφέρονταν και στην Τεχνολογία DSL καθώς και σε άλλες-ISDN, POTS, Cable TV Networks, Δορυφορικές επικοινωνίες, Ασύρματες, CoPL.
2. http://erevos.ceid.upatras.gr/Undergraduate/lesson_etd/etd/12/cabletv.htm Εργασία για το μάθημα «Ειδικά Θέματα Δικτύων» του Προπτυχιακού τμήματος του Πανεπιστημίου Πατρών. Η Εργασία είχε ως θέμα τη Καλωδιακή Τηλεόραση και περιλάμβανε ένα κομμάτι για την εξέλιξη του βρόγχου συνδρομητή στο οποίο αναφέρονταν και στην xDSL Τεχνολογία.
3. <http://www.softlab.ntua.gr/~bxb/ta15.htm>. **Δημοσίευση** του Κ. Βεσκούδη για τις xDSL γραμμές με τον τίτλο «Digital Subscriber Line Technology: μια οπτική ίνα για τον καθένα» στο site του Εργαστηρίου Τεχνολογίας Λογισμικού του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχ. και Μηχ. Υπολογιστών, Τομέας Πληροφορικής. Μιλάει γενικά για τις xDSL γραμμές και επιπλέον αναφέρεται στα τεχνικά στοιχεία, στις δυνατότητες και στις εφαρμογές κάθε μίας τεχνολογία της.
4. <http://www.rom.gr/rom5/v3.htm> **Άρθρο** του Χρίστου Τρόμπα με τίτλο «Τεχνολογίες xDSL Η πολυπόθητη ταχύτητα στο δίκτυο» που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό ROM. Επικεντρώνεται στο χαλκό και στη Τεχνολογία DSL που τον χρησιμοποιεί. Περιέχει και μία μικρή αναφορά στις διάφορες τεχνολογίες DSL.
5. <http://www.3com.com/technology/technet/whitepapers/500624.html> Έγγραφο με τίτλο «xDSL Local Loop Access Technology Delivering

Broadband over Copper Wires» του Robyn Aber που περιγράφει τις διαφορετικές τεχνολογίες του xDSL και τις συγκρίνει με τις τρέχουσες τεχνολογίες WAN. Στο τέλος περιέχει και γλωσσάριο σχετικό με το περιεχόμενο του.

6. <http://www.analog.com/publications/whitepapers/products/xDSL.html>
Έγγραφο με τίτλο «Status & Issues in xDSL» που περιγράφει τις τρέχουσες τεχνολογίες διαμορφώσεις των διαφόρων σχημάτων του DSL.
7. <http://www.aware.com/glossary/> Λεξικό της Aware που εξηγεί και αναλύει σχεδόν το σύνολο των εννοιών της DSL τεχνολογίας.
8. PDF της εταιρείας VIRATA –<http://www.virata.com> – με τίτλο «Personal Broadband Services: DSL and ATM» του Jim Lane. Είναι ένας οδηγός των xDSL τεχνολογιών και της σχέσης μεταξύ DSL και ATM. Περιγράφει όλες τις τεχνολογίες του DSL και επικεντρώνεται στα τεχνικά μέρη λειτουργίας τους.
9. http://www.kentrox.com/solutions/cellworx/wp/xdsl_comp/xDSL.html
Site της kentrox – εταιρείας παροχής DSL- με τίτλο «xDSL Comparison Guide». Περιγράφει τις HDSL, ADSL, IDSL τεχνολογίες, στη συνέχεια τις συγκρίνει και αναφέρει τα θετικά και αρνητικά τους.
10. <http://www.netopia.com/support/faqs/hardware/sdslfaq.html> Site της Netopia με τίτλο «FAQ – Netopia Router with SDSL», που παρέχει γενικές πληροφορίες σχετικά με το SDSL router. Πιο συγκεκριμένα εξηγεί τι είναι το SDSL , πόσο κοστίζει, σε ποιες περιοχές είναι διαθέσιμο –πάντα σε σχέση με την εταιρεία- και ποιες είναι οι διαφορές του συγκριτικά με το ADSL
11. <http://www.ic.siemens.com/networks/gg/wn/cs/themen/xdsl/udsl.htm>
Site της Siemens που περιγράφει τη τεχνολογία G.lite ή UADSL. Αναφέρεται στα βασικά χαρακτηριστικά της και επιγραμματικά στις εφαρμογές της.
12. <http://www.everythingdsl.com/whatisdsl.html> Site της everything dsl - εταιρείας παροχής DSL- με τίτλο «What is DSL». Περιληπτικά εξηγεί τι είναι η DSL τεχνολογία, τι ταχύτητες μπορεί να πετύχει, που εφαρμόζεται, σε ποιες κατηγορίες ανθρώπων είναι προσιτή και πόσο κοστίζει –αναφέρεται στις Η.Π.Α.

13. <http://www.everythingdsl.com/speed.html> Site της everything dsl με τίτλο «How fast is DSL» που δίνει ένα συγκριτικό πίνακα ταχυτήτων από απλή αναλογική γραμμή μέχρι DSL.
14. http://www.adsl.com/vdsl_tutorial.html Site του DSL forum με τίτλο «VDSL Tutorial -Fiber - Copper Access to the Information Highway». Αναφέρει τις ταχύτητες του VDSL και πως προκύπτουν, τις τεχνολογίες διαμορφώσεις και τα πρότυπα έχουν προταθεί γι' αυτό. Επιπλέον θέτει κάποια ζητήματα για το VDSL και στο τέλος το συγκρίνει με το ADSL.
15. PDF της Aware με τίτλο «G.lite: Making the Internet Fast Enough for Consumers». Είναι μία αναφορά που τονίζει την ανάγκη για μεγαλύτερες ταχύτητες λόγω της ραγδαίας αύξησης χρηστών αλλά και δυνατοτήτων του Internet. Θεωρεί ως λύση το DSL , εξηγεί πως δουλεύει, περιγράφει το DMT και επικεντρώνεται στο εύχρηστο G.LITE.
16. <http://erevos.ceid.upatras.gr/undergroud/etd/11/assymetric.htm> Εργασία με τίτλο «Ασυμμετρικές Τεχνολογίες (xDSL)» των Β. Μπαταγκιώνης, Π. Χιώτης, Α. Δαββέτας. Περιγράφει αναλυτικά και από τεχνική και από εμπορική πλευρά τη τεχνολογία xDSL – επικεντρώνεται στο ADSL αλλά αναφέρεται και στα υπόλοιπα –HDSL, RADSL, G.LITE, VDSL.
17. <http://www.eett.gr/gr/anaptiksi.html> Μελέτη με τίτλο «Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση της αναμενόμενης ανάπτυξης τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών στην Ελλάδα» του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου των Α.Ατλάσης, Α.Ζάκας, Φ.Λαζαράκης, Μ.Λάμπρου, Ζ.Λιούπας, Ι.Ρουσσάκη, Ε. Πρωτονοτάριος. Η συγκεκριμένη μελέτη είχε ως θέμα την εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών στην Ελλάδα, για τα αμέσως επόμενα χρόνια ή το μεσοπρόθεσμο μέλλον.
18. <http://www.hack.gr/gazette/fora/10/com22.go> **Άρθρο-Σχόλιο** σχετικά με τις DSL γραμμές στην Ευρώπη και τις δυνατότητες που παρέχουν.
19. <http://www.hack.gr/gazette/fora/10/com25.go> **Άρθρο-Σχόλιο** σχετικά με τη δυνατότητα τοποθέτησης DSL γραμμών στην Ελλάδα και μικρή αναφορά στην υπάρχουσα κατάσταση.
20. <http://telecom.copper.org/xdsl-tech01.html> **Άρθρο** με τίτλο «xDSL technology and the internet» του Bill Black. Περιγράφει τις διάφορες τεχνολογίες του DSL, ξεχωρίζει τα κύρια χαρακτηριστικά τους και τις σημαντικότερες εφαρμογές τους.

21. <http://www.agcs.com/TechPapers/xdslev.htm> Έγγραφο με τίτλο «The Evolution of xDSL-Based Services» του Mark Emery. Αναφέρεται στην εξέλιξη των DSL γραμμών, κάνει μία πρόβλεψη της αγοράς στην Αμερική και υπογραμμίζει τη δυνατότητα των DSL για μεταφορά στοιχείων και φωνής ταυτόχρονα.
22. http://www.agcs.com/TechPapers/dsl_inf.htm Έγγραφο με τίτλο «Infrastructure for DSL Solutions» του Mark Emery. Περιγράφει τους παράγοντες της αγοράς για το DSL –Η.Π.Α και επικεντρώνεται σ' ένα διάγραμμα που δείχνει την τιμή του DSL σε σχέση με την διείσδυση του στους καταναλωτές. Επιπλέον αναφέρεται στην υποδομή, την αρχιτεκτονική και στις εφαρμογές του.
23. <http://www3.undp.org/istarch/sdnptech/msg02314.html> **Άρθρο** με τίτλο «Digital Subscriber Line Steps Up to the Plate» του Jim Thompson. Αναφέρεται στις ελάχιστες απαιτήσεις σε υποδομή του DSL και συγκρίνει το κόστος του σε σχέση με τις άλλες υπηρεσίες που υπάρχουν -ISDN.
24. http://www.etsi.org/technicalactiv/xdsl_tutorial.htm Site με τίτλο «Tutorial on xDSL technologies». Περιγράφει τις DSL τεχνολογίες – χαρακτηριστικά και εφαρμογές- και στη συνέχεια τις συγκρίνει.
25. <http://www.hkkk.fi/mmedia/itp97/reports/report1.html> Εργασία του Helsinki school of Economics and business administration με τίτλο «Digital Subscriber Line XDSL». Περιγράφει τις διάφορες DSL τεχνολογίες, τις αντίστοιχες τεχνικές διαμορφώσεις, τις εφαρμογές τους και το κόστος τους. Επιπλέον αναφέρεται στις εταιρείες παροχής DSL στην Φινλανδία και στις Η.Π.Α και στη κατάσταση που επικρατεί στον υπόλοιπο κόσμο. Τέλος, συγκρίνει το DSL με τις άλλες τεχνολογίες και θέτει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του.
26. PDF της εταιρείας Orckit με τίτλο «The Business Case for VDSL: A White Paper». Αναφέρεται αναλυτικά στη νέα τεχνολογία του DSL, VDSL. Περιγράφει τις δυνατότητες, τις εφαρμογές και τις τεχνικές που χρησιμοποιεί. Παράλληλα συγκρίνει το VDSL με το ADSL.
27. PDF της Technology Futures Inc. -<http://www.tfi.com>- με τίτλο «The Role of xDSL Technology» του Lawrence K. Vanston. Παρουσιάζει τις

δυνατότητες, τις εφαρμογές και τα πλεονεκτήματα των DSL έναντι των άλλων τεχνολογιών.

28. <http://www.nwfusion.com/news/1997/0519adsl.html> **Άρθρο** με τίτλο «DSL interest high, but service scarce» του Tim Greene. Αναφέρεται στις δυνατότητες του DSL έναντι των άλλων υπηρεσιών, αλλά παράλληλα τονίζει και τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν στα πρώτα χρόνια εφαρμογής του.
29. <http://www.nwfusion.com/newsletters/nsm/0405nm2.html> **Άρθρο** με τίτλο «Marrying service mediation systems & DSL business cases» του John Morency. Περιγράφει τη δυνατότητα βελτίωσης των επιχειρησιακών συναλλαγών μέσω του DSL.
30. <http://telecom.copper.org/xdsl-tech02.html> **Άρθρο** με τίτλο «xDSL Technology & The Internet» του Marc J. Zions. Παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα του χαλκού έναντι του ομοαξονικού καλωδίου και των οπτικών ινών.
31. <http://uranus.ee.auth.gr/ADSL/> Έρευνα με τίτλο «Πειραματικό Δίκτυο ADSL για παροχή υπηρεσιών Fast Internet και Πολυμέσων» που πραγματοποιήθηκε από τα Πανεπιστήμια: Αριστοτέλειο, Αθηνών, Πάτρας και Κρήτης. Περιγράφει τα προβλήματα αλλά και τις δυνατότητες του δικτύου του Ο.Τ.Ε να στηρίξει ADSL τεχνολογία.
32. http://tech.flash.gr/technical/tech/2000/11/6/1520id/print_version.htm **Άρθρο** με τίτλο «Εισαγωγή στο νέο πρότυπο ADSL που έρχεται και στην Ελλάδα» του Αντώνη Σιμωνίδη. Αναφέρεται στις πρόσφατες εξελίξεις εφαρμογής πιλοτικού προγράμματος του Ο.Τ.Ε για ADSL τεχνολογία. Επιπλέον αναλύει τις διάφορες DSL τεχνολογίες και τις συγκρίνει με τις υπόλοιπες.