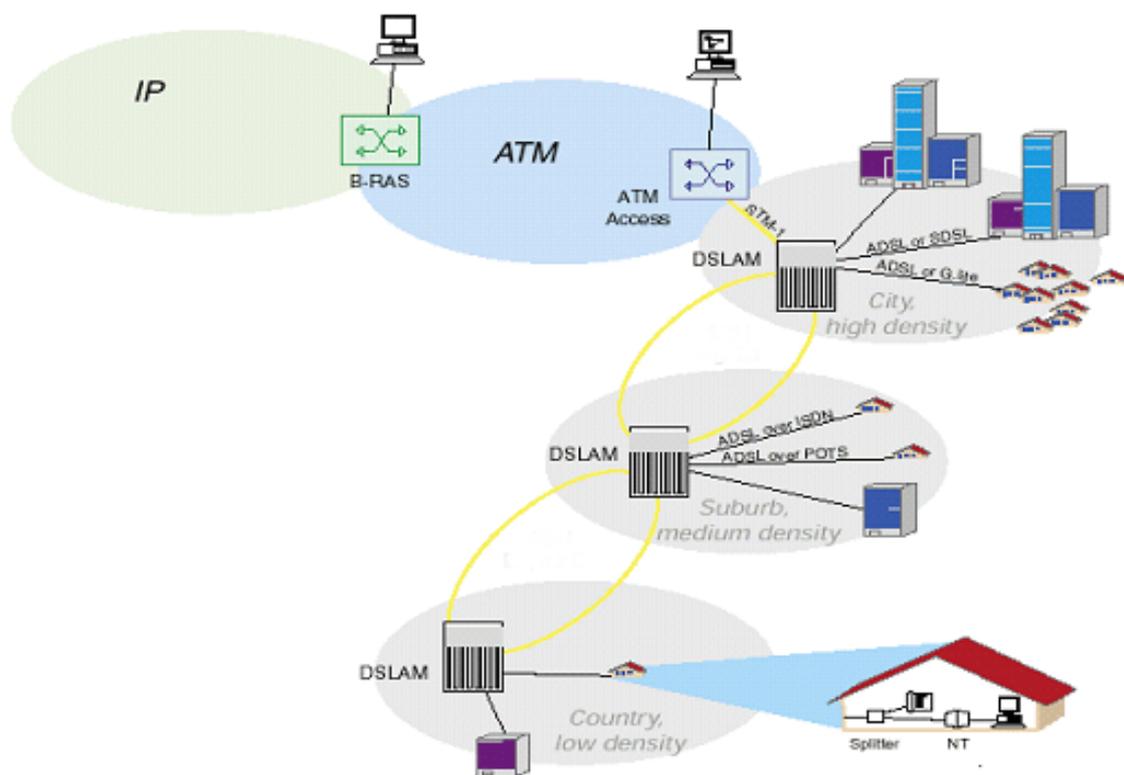


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ xDSL



Επιβλέπων Καθηγητής: Τραχανάς Κωνσταντίνος

Του σπουδαστή: Αλεξίου Αριστεΐδη

Άρτα, Ιανουάριος 2006

Ἡ πτωχιακή αυτή είναι
αφιερωμένη στους γονείς μου,
την Νικολέτα
και την αδερφή μου Ἴ
Ἄρης

Περιεχόμενα

1.	<u>Εισαγωγή</u>	3
1.1.	Κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα.....	4
2.	<u>Τεχνικές διαμόρφωσης σήματος</u>	6
2.1.	2B1Q.....	8
2.2.	CAP.....	9
2.3.	DMT.....	10
2.4.	DWMT.....	12
2.5.	Πολλαπλή Εικονική Γραμμή (MVL: Multiple Virtual Line).....	13
3.	Οι τεχνολογίες xDSL - Σύγκριση.....	14
3.1.	Ασύμμετρες τεχνολογίες DSL.....	15
3.1.1.	ADSL.....	15
3.1.2.	RADSL.....	17
3.1.3.	G.LITE.....	19
3.1.4.	VDSL.....	20
3.2.	Συμμετρικές τεχνολογίες DSL.....	22
3.2.4.	IDSL.....	22
3.2.5.	HDSL.....	23
3.2.6.	HDSL2.....	24
3.2.7.	SDSL.....	25
3.2.8.	SHDSL.....	26
3.3.	Σύγκριση των τεχνολογιών xDSL.....	28
3.4.	Το DSL σε σύγκριση με τις άλλες τεχνολογίες.....	29
4.	<u>Αρχιτεκτονική δικτύου – Εξοπλισμός</u>	31
4.1.	Εξοπλισμός.....	31
4.1.1.	Εξοπλισμός κατά μήκος του δικτύου.....	32
4.1.2.	Εξοπλισμός στο χώρο του πελάτη.....	37
5.	<u>Προβλήματα</u>	41
5.1.	Εξασθένιση (attenuation).....	41
5.2.	Θόρυβος.....	42
5.3.	Παλμική Διασπορά.....	45
5.4.	Διασυμβολική Παρεμβολή (ISI).....	46
5.5.	Τεχνικές αντιμετώπισης της εξασθένισης (FDM-EC).....	47
6.	<u>Εφαρμογές που χρησιμοποιούν xDSL</u>	48
6.1.	Υψηλής ταχύτητας πρόσβαση στο Internet και εργασία στο σπίτι.....	49
6.2.	Εφαρμογές κατόπιν ζήτησης (Applications on demand).....	49
7.	<u>Το ADSL στην Ελλάδα και παγκόσμια</u>	53
7.1.	Προϋποθέσεις.....	53
7.2.	Κόστος.....	54
8.	<u>Επίλογος</u>	60
9.	<u>Βιβλιογραφία</u>	62

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όταν αναπτύσσονταν οι τηλεφωνικές υπηρεσίες στις αρχές του 20ου αιώνα το μόνο διαθέσιμο υλικό για την υλοποίηση των συνδεσμολογιών ήταν ο χαλκός. Επομένως έφτασε η εποχή που τα δισύρματα ή τετρασύρματα χάλκινα καλώδια (συνεστραμμένα ζεύγη - twisted pairs) αποτέλεσαν το κύριο υλικό, μέσο κατασκευής των τηλεπικοινωνιακών δικτύων για παροχή τηλεφωνικών συνδέσεων. Στη συνέχεια μπήκαν στη ζωή μας τα modems και το διαδίκτυο με πενιχρές ταχύτητες γεγονός που μας οδήγησε στην αναζήτηση λύσεων όσον αφορά την υψηλή ταχύτητα πρόσβασης στο Internet. Για να είναι όμως η λύση οικονομικά συμφέρουσα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η τεράστια εγκατεστημένη βάση των τηλεπικοινωνιακών δικτύων που φτάνει μέχρι το τελικό χρήστη, η οποία στο σύνολό της, χρησιμοποιεί συνδέσεις με χάλκινα καλώδια τα οποία δεν γίνεται να αντικατασταθούν από τη μια μέρα στην άλλη. Έτσι λοιπόν την τελευταία δεκαετία γνωρίσαμε την τεχνολογία ISDN και τα πλεονεκτήματα που αυτή προσφέρει και τελευταία γίνεται λόγος για τις τεχνολογίες DSL.

Το DSL προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Digital Subscriber Line. Χρησιμοποιεί την υπάρχουσα τηλεφωνική εγκατάσταση των χάλκινων καλωδίων για τη μεταφορά δεδομένων σε σπίτια και επιχειρήσεις. Αξιοποιεί στο έπακρο τις δυνατότητες των καλωδίων αυτών και εγγυάται δικτυακές συνδέσεις υψηλών ταχυτήτων τόσο για οικιακούς χρήστες όσο και για επιχειρήσεις που δεν χρησιμοποιούν την τεχνολογία των καλωδίων οπτικών ινών. Η ανάπτυξή της είναι σχετικά πρόσφατη και φιλοδοξεί να αντικαταστήσει την τεχνολογία ISDN με την προϋπόθεση ότι ο χρήστης βρίσκεται σχετικά κοντά στο κέντρο του τηλεπικοινωνιακού φορέα. Μπορεί να υποστηρίξει τόσο δεδομένα όσο και φωνή, με τη

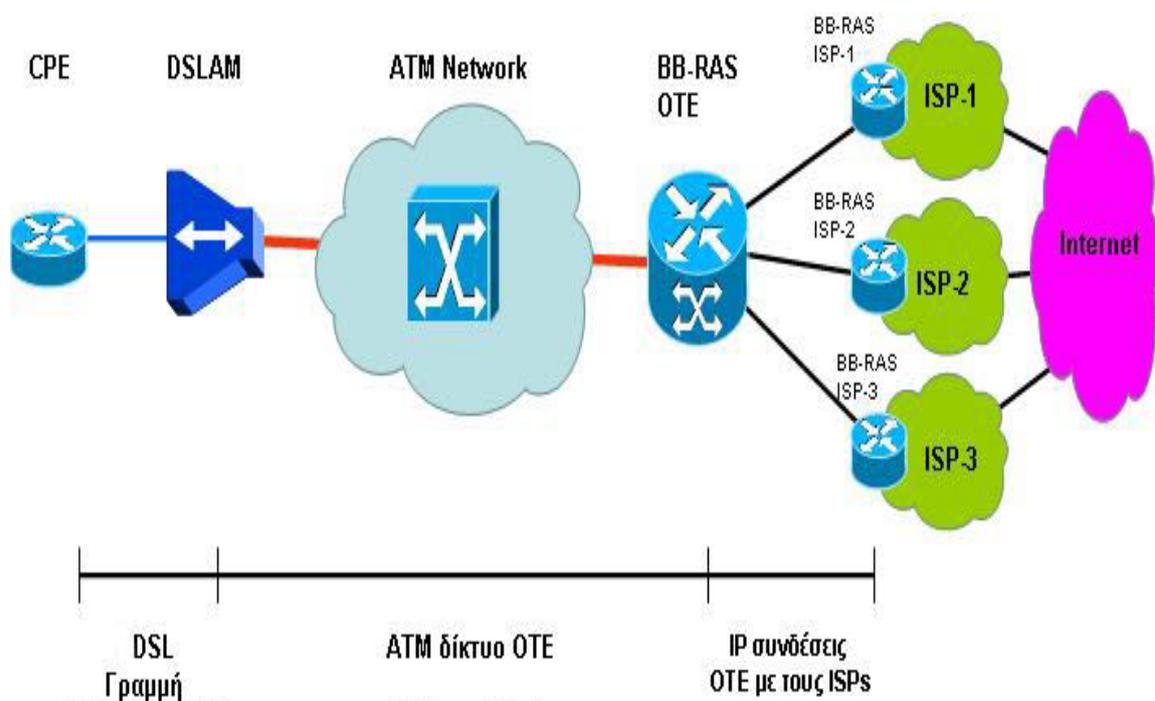
μόνη διαφορά ότι, το μέρος της γραμμής που αφορά τη μεταφορά των δεδομένων είναι συνεχώς συνδεδεμένο, δηλαδή ενεργό. Οι τεχνολογίες DSL αναφέρονται γενικά ως xDSL και οι κυριότερες από αυτές είναι: ADSL, RADSL, G.Lite, IDSL, HDSL, SDSL και VDSL. Παρακάτω θα γίνουν αντικείμενο μελέτης, καθώς επίσης η διαμόρφωση σήματος που χρησιμοποιεί η κάθε μια, η αρχιτεκτονική του δικτύου, τα προβλήματα που υπάρχουν και που χρησιμοποιούνται.

1.1 Κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Για δεκαετίες τα χάλκινα καλώδια χρησιμοποιούνταν για τη μεταφορά φωνής, χωρίς να αξιοποιείται στο έπακρο η μεγάλη χωρητικότητα που προσφέρει ο χαλκός. Ο ήχος της ανθρώπινης φωνής αποτελείται από συχνότητες που κυμαίνονται σε εύρος μεταξύ 300Hz και 4.000Hz. Όλες αυτές οι συχνότητες όμως δεν είναι απαραίτητες για να γίνει αντιληπτή η φωνή και η χροιά του συνομιλητή και έτσι με ειδικά φίλτρα αποκόπονται οι επιπλέον συχνότητες, αφού όχι μόνο δε χρειάζονται, αλλά μπορεί και να δημιουργήσουν παρεμβολές- παράσιτα. Το εύρος ζώνης όμως του χαλκού είναι κατά πολύ μεγαλύτερο και μπορεί να αξιοποιηθεί σε άλλες εφαρμογές με κατάλληλους τρόπους, όπως και στην περίπτωση του DSL.

Στην ουσία το DSL αποτελεί μια τεχνολογία που μετατρέπει το απλό τηλεφωνικό καλώδιο σε ένα δίαυλο ψηφιακής επικοινωνίας μεγάλου εύρους ζώνης με τη χρήση ειδικών modems, τα οποία τοποθετούνται στις δυο άκρες της γραμμής. Ο δίαυλος αυτός μεταφέρει τόσο τις χαμηλές όσο και τις υψηλές συχνότητες ταυτόχρονα, τις χαμηλές για τη μεταφορά του σήματος της φωνής και τις υψηλές για τα δεδομένα. Ανάλογα με το είδος του modem

που θα συνδέσουμε, πετυχαίνουμε διαφορετικές τεχνολογίες και διαφορετικές επιδόσεις. Με το DSL επιτυγχάνονται υψηλότερες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων (μέχρι και 52,8 Mbps από το Διαδίκτυο ή άλλο απομακρυσμένο Τηλεπικοινωνιακό Δίκτυο προς το χρήστη -downstream- και 2,3 Mbps από το χρήστη προς το Διαδίκτυο -upstream- ενώ ταυτόχρονα μεταφέρονται και τα αναλογικά σήματα της φωνής, με αποτέλεσμα να μπορούμε να τηλεφωνάμε και να είμαστε στο Διαδίκτυο την ίδια χρονική στιγμή. Η τεχνολογία DSL όπως προαναφέραμε χρησιμοποιείται μόνο πάνω σε χάλκινο καλώδιο το οποίο, βρίσκεται μεταξύ του τηλεπικοινωνιακού κέντρου του ΟΤΕ και το σπίτι μας.



Σχήμα 1.1: Το δίκτυο DSL

2 Τεχνικές διαμόρφωσης σήματος

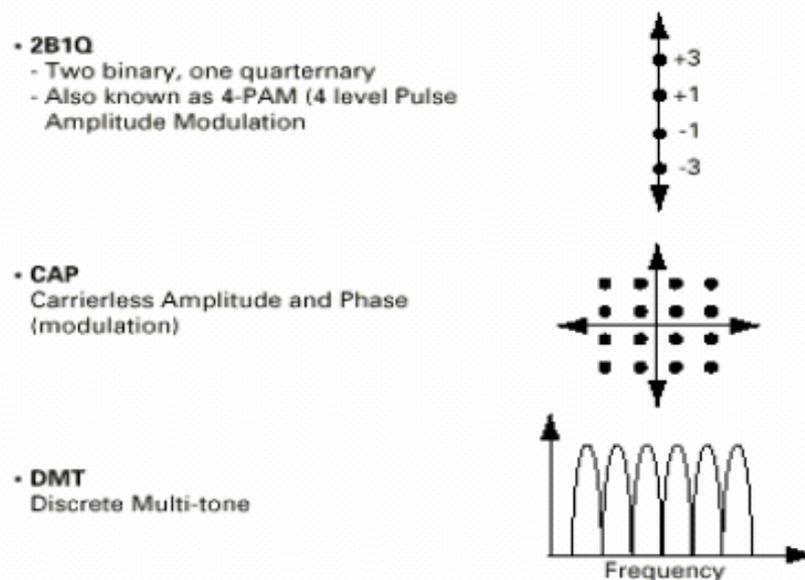
Η τεχνολογία xDSL υποστηρίζει τα πρότυπα μετάδοσης T1 (1,544Mbps) που είναι το Αμερικάνικο και E1(2,048Mbps) που είναι το Ευρωπαϊκό. Επίσης υποστηρίζει -όπως ήδη αναφέραμε- την μετάδοση της φωνής ταυτόχρονα με την μετάδοση των δεδομένων πάνω από την ίδια τηλεφωνική γραμμή.

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 ενδομηματικό 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 αντιστροφή σήματος, 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. [2]

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.[4]

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.



Σχήμα 2.1: Τεχνολογίες διαμόρφωσης.

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]

2.1 2B1Q

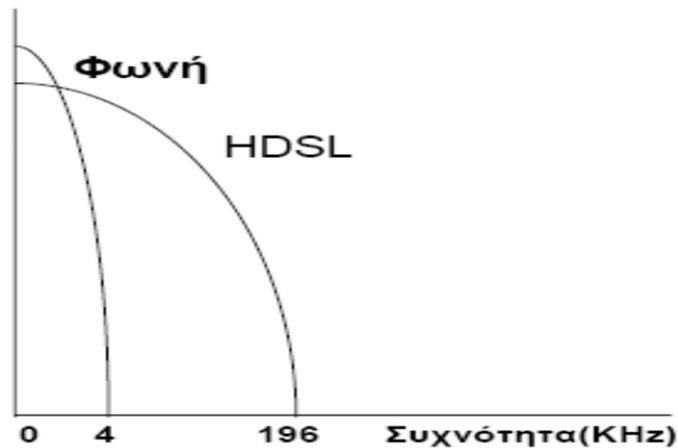
Η διαμόρφωση 2B1Q (two binary one quaternary) είναι ουσιαστικά διαμόρφωση πλάτους παλμού (PAM – Pulse Amplitude Modulation) με τέσσερα επίπεδα. Μεταδίδει 2 bits πληροφορίας σε κάθε μία από τις 4 στάθμες τάσης που χρησιμοποιεί, μετατρέποντας ένα ζεύγος δυαδικών ψηφίων σε ένα τετραδικό σύμβολο μεταξύ των 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]

Η μέθοδος αυτή ορίζεται στο πρότυπο ANSI T1.601, και δημιουργεί σήμα με βαθυπερατό σήμα. Αρχικά είχε αναπτυχθεί για το ISDN και τώρα χρησιμοποιείται για τις τεχνολογίες IDSL και HDSL.

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

Πίνακας 1: 2B1Q -Κώδικας Συμβόλων [16]

Στο σχήμα 2.2 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]

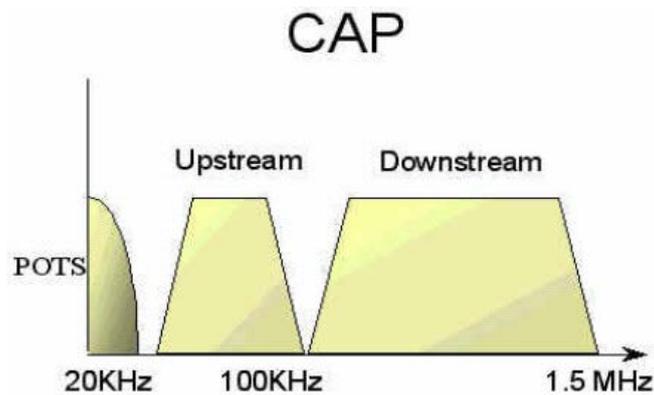


Σχήμα 2.2: 2B1Q Συχνότητας.[8]

2.2 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 αντίθετα με την DMT δεν αναπροσαρμόζεται στο βέλτιστο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων για τις επικρατούσες συνθήκες της γραμμής και τα DMT modems πετυχαίνουν μεγαλύτερες ταχύτητες και λιγότερο θόρυβο στη μεταφορά.[7]



Σχήμα 2.3: CAP.[7]

2.3 DMT

Η διαμόρφωση DMT (Discrete Multitone Modulation) για να μεταδώσει πληροφορία σε όλο το φάσμα του καλωδίου, διαιρεί το συνολικό εύρος ζώνης σε μικρότερα κανάλια μεγέθους περίπου 4 kHz το καθένα και σε αυτά μεταδίδει χωριστά κάθε ένα κομμάτι της πληροφορίας που είναι προς μετάδοση. Για το λόγο αυτό στην DMT υπάρχει κάποιο κανάλι που παίζει τον ρόλο του συντονιστή-ελεγκτή. Αναλυτικότερα, τα κανάλια στα οποία υποδιαιρείτε το συνολικό εύρος ζώνης έχουν εύρος ακριβώς 4,3125 kHz το καθένα και χρησιμοποιούνται συνολικά 256 κανάλια, δηλαδή το συνολικό εύρος ζώνης μια γραμμής ADSL είναι περίπου:

$$256 * 4,3125 = 1,104\text{MHz}$$

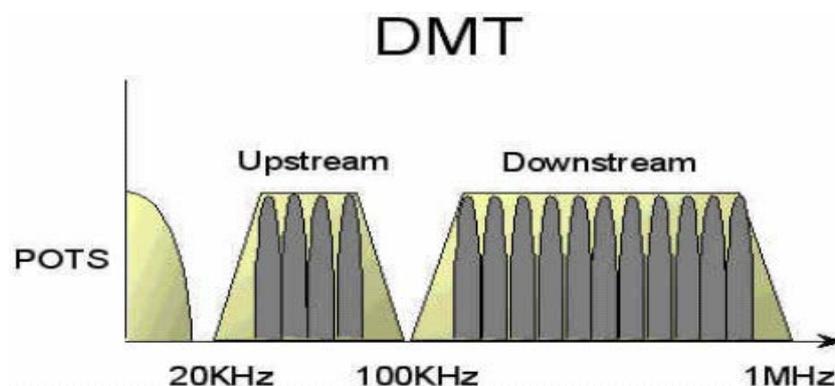
Κάθε κανάλι είναι διαμορφωμένο κατά QAM. Όλα τα κανάλια έχουν το ίδιο εύρος ζώνης και μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για όλα το ίδιο ρυθμό σύμβολου ο οποίος είναι στα 4,3125kHz.[8]

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω δεν χρησιμοποιούνται και τα 256 κανάλια για την μετάδοση πληροφορίας. Το πρώτο κανάλι, το οποίο είναι περίπου μέχρι τα 4 kHz, είναι ελεύθερο και διαχωρίζεται από τον splitter για να χρησιμοποιηθεί για το απλό τηλεφωνικό

σήμα, το οποίο πρέπει να είναι ανεξάρτητο από το υπόλοιπο xDSL σύστημα, ώστε σε περίπτωση διακοπής της μετάδοσης xDSL λόγω κάποιου προβλήματος να είναι δυνατή η τηλεφωνική σύνδεση. Εκτός από το πρώτο κανάλι στην DMT που μένει αχρησιμοποίητο δεν χρησιμοποιούνται για μετάδοση πληροφορίας και τα επόμενα 4 κανάλια τα οποία χρησιμοποιούνται ως ζώνη προστασίας (guardband). Έτσι για την μετάδοση της πληροφορίας μένει να χρησιμοποιηθούν τα υπόλοιπα κανάλια από το 6 και μετά. Έτσι για μετάδοση δεδομένων από τον χρήστη στο δίκτυο χρησιμοποιούνται τα επόμενα 32 κανάλια (upstream) και από το δίκτυο στο χρήστη χρησιμοποιούνται 218 κανάλια (downstream). Ένας αριθμός από κανάλια δεν χρησιμοποιείται για την μετάδοση πληροφορίας αλλά για να συντονίζει την μετάδοση και για να εκτελεί διάφορες άλλες απαραίτητες εργασίες (σχήμα 2.4). [8]

Αυτός είναι ο αλγόριθμος λειτουργίας της DMT όταν και οι δυο κατευθύνσεις πολυπλέκονται στο ίδιο καλώδιο με FDM (frequency division multiplexing). Υπάρχει και η περίπτωση οι δυο κατευθύνσεις να χρησιμοποιούν από κοινού κάποιο εύρος ζώνης, οπότε ο διαχωρισμός τους γίνεται με echo cancellation. [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]

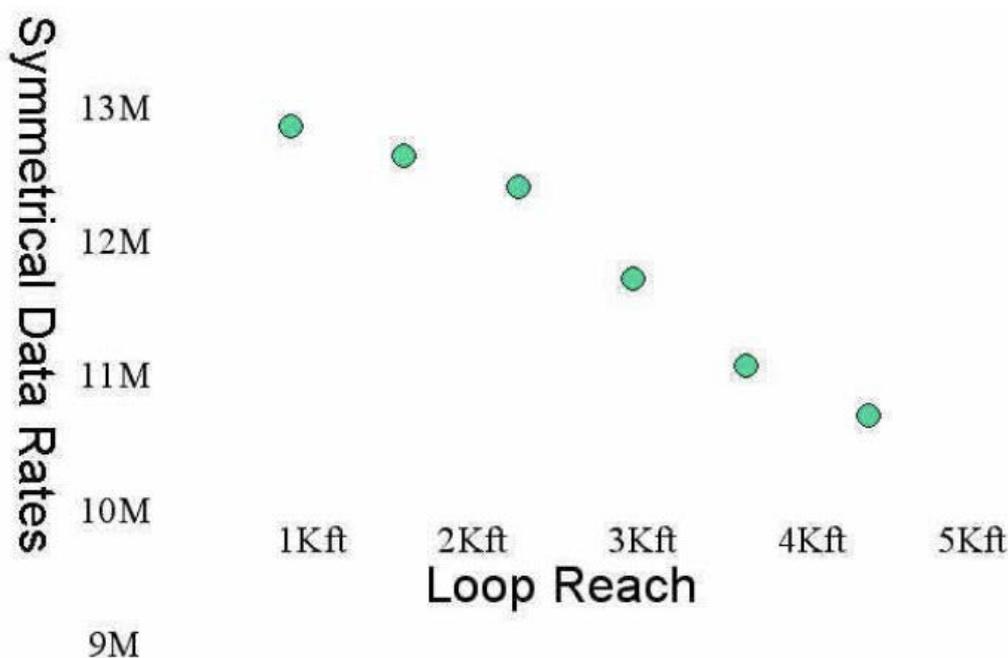


Σχήμα 2.4: DMT.[7]

Η τεχνική DMT υπερέχει σε σχέση με την CAP όσον αναφορά την ταχύτητα. Κι αυτό γιατί η τεχνική CAP για να φτάσει σε ταχύτητα την DMT είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσει μεγαλύτερο εύρος συχνοτήτων από αυτό των 1 MHz το οποίο σημαίνει μεγαλύτερη εξασθένιση. Από την άλλη μεριά η τεχνική DMT μπορεί να προσαρμόσει τον αριθμό των bits/carrier κατά την εκκίνηση του modem για μεγιστοποίηση της απόδοσης. Έτσι στις υψηλές συχνότητες μπορεί να χρησιμοποιεί QAM-4 ενώ στις χαμηλές QAM-1024. Από άποψη κατανάλωσης η τεχνική CAP υπερτερεί σε σχέση με την DMT αφού στην δεύτερη χρησιμοποιούνται 256 κανάλια και τα κυκλώματα επεξεργασίας είναι πιο πολύπλοκα. Εκτιμάτε ότι κάθε modem καταναλώνει περίπου 5Watts. [24]

2.4 DWMT

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



Σχήμα 2.5: DWMT.[7]

2.5 Πολλαπλή Εικονική Γραμμή (MVL: Multiple Virtual Line)

Πρόκειται για μια τεχνολογία που έχει ως αντικειμενικό στόχο την μετατροπή του απλού βρόχου του καλωδίου συνεστραμμένων ζευγών σε πολλαπλές γραμμές που η κάθε μια να μπορεί να παρέχει συγκεκριμένη υπηρεσία. Αυτή λοιπόν η τεχνολογία επιτρέπει στο χάλκινο καλώδιο την παροχή πολλών ταυτόχρονων υπηρεσιών. [1]

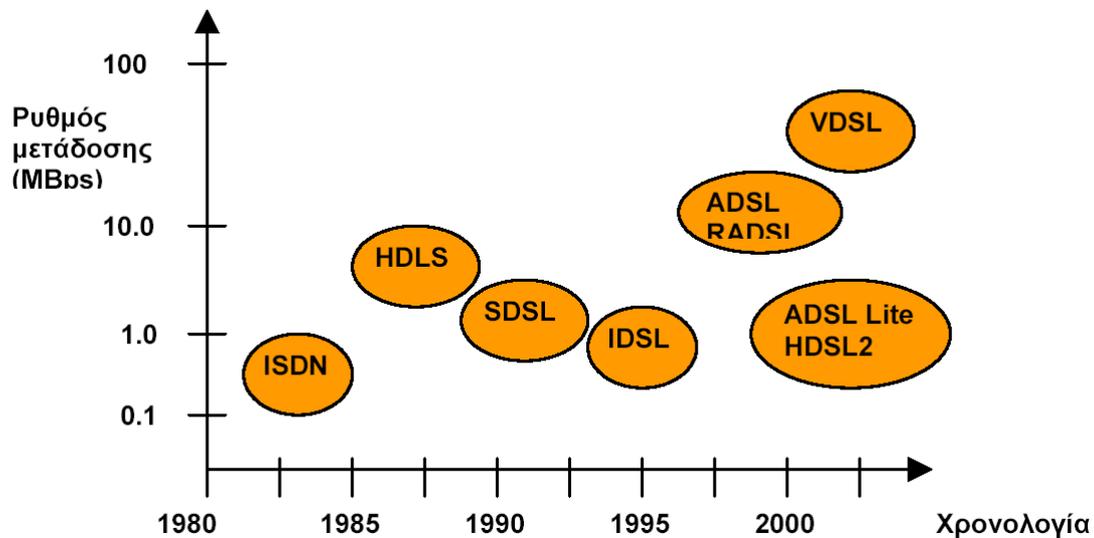
3 Οι τεχνολογίες xDSL - Σύγκριση

Η τεχνολογία DSL -Digital Subscriber Line- βασίζεται στην τεχνολογία ISDN-BRI η οποία διαθέτει δύο κανάλια των 64Kbps (για φωνή ή δεδομένα) και ένα των 16Kbps (για μηνύματα ελέγχου κλήσης ή δεδομένα πακέτων). Ο όρος xDSL αναφέρεται σε διάφορες παραλλαγές της τεχνολογίας DSL, όπου εφαρμόζοντας προηγμένες μεθόδους διαμόρφωσης και μεταφοράς των δεδομένων είναι δυνατό να επιτυγχάνονται υψηλές ταχύτητες μετάδοσης προς την μία (Downloading) ή και τις δύο ακόμα κατευθύνσεις (και Uploading), ενώ παράλληλα μπορεί να γίνεται χρήση της γραμμής για απλή μετάδοση φωνής. Η εξάπλωση των τεχνολογιών xDSL οφείλεται επίσης στο γεγονός ότι χρησιμοποιούνται οι υπάρχουσες τηλεφωνικές γραμμές (μικρότερο κόστος επένδυσης).

Σύμφωνα με την αρχιτεκτονική του DSL, το εύρος ζώνης της γραμμής επικοινωνίας χωρίζεται σε τρία μέρη: Το πρώτο μέρος αφορά τις υπηρεσίες φωνής που είναι γνωστές με τον όρο POTS (Plain Old Telephone Service). Το δεύτερο μέρος χρησιμοποιείται κατά το ανέβασμα (Uploading) δεδομένων από τη συσκευή του συνδρομητή προς τον κεντρικό τηλεπικοινωνιακό κόμβο. Τέλος, το τρίτο μέρος αναλώνεται στο κατέβασμα (Downloading) των δεδομένων από τον κεντρικό τηλεπικοινωνιακό κόμβο προς τη συσκευή του συνδρομητή.

Ανάλογα με τις απαιτήσεις σε εύρος ζώνης προς τις δύο κατευθύνσεις (από και προς τον συνδρομητή), το DSL μπορεί να προσφέρει τόσο συμμετρικές, όσο και ασύμμετρες υπηρεσίες. Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν συμμετρικές υπηρεσίες απαιτούν το ίδιο εύρος ζώνης και προς τις δύο κατευθύνσεις. Για παράδειγμα, η υπηρεσία φωνής που παρέχεται από τις εταιρείες τηλεπικοινωνιών είναι συμμετρική. Αντίθετα, οι ασύμμετρες υπηρεσίες παρέχονται στις

εφαρμογές που αξιώνουν μεγαλύτερο εύρος ζώνης προς την μια κατεύθυνση. Μια τέτοια εφαρμογή είναι ο παγκόσμιος Ιστός. Οι αιτήσεις στον παγκόσμιο Ιστό – που αποτελούν το ανέβασμα δεδομένων – μεταφέρουν, ως επί το πλείστον, πολύ μικρότερη πληροφορία από τις αποκρίσεις (Responses) – που αποτελούν το κατέβασμα δεδομένων.



Σχήμα 3.1: Οι τεχνολογίες DSL ανάλογα με το χρόνο εφαρμογής τους και το ρυθμό μετάδοσης που υποστηρίζουν.[26]

3.1 Ασύμμετρες τεχνολογίες DSL

3.1.1 ADSL

Το ADSL, το οποίο προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Asymmetric Digital Subscriber Line, δηλαδή ασύμμετρη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή και είναι αυτό που δίνεται στους περισσότερους απλούς χρήστες. Είναι αρκετά οικονομική λύση και από πλευράς επιδόσεων είναι πολύ ταχύτερη του ISDN. Η τεχνολογία ADSL εξασφαλίζει πρόσβαση υψηλών ταχυτήτων στο Διαδίκτυο και σε άλλα Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα, δίνοντας τη δυνατότητα για ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων

(δεδομένα, κινούμενη εικόνα, γραφικά) μέσω της απλής τηλεφωνικής γραμμής. Αυτό γίνεται μέσω 2 Splitter (σε μερικές εφαρμογές το splitter μπορεί και να αναβαθμιστεί σε modem για την λήψη δεδομένων από τον πελάτη, ώστε να μην είναι αναγκαία η εγκατάσταση ADSL modem) στα άκρα της σύνδεσης τα οποία πολυπλέκουν την τηλεφωνική και την γραμμή των δεδομένων πάνω στο ίδιο ζεύγος καλωδίων (σχήμα 3.2). Κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας είναι ότι η μεταφορά δεδομένων γίνεται με ασύμμετρο τρόπο, δηλαδή προσφέρει διαφορετικό ρυθμό για τη λήψη (μέχρι 8 Mbps downstream) και διαφορετικό για την αποστολή δεδομένων (640 kbps upstream). [9]



Σχήμα 3.2: Γραμμή ADSL. [24]

Το ADSL χωρίζει το εύρος ζώνης του καλωδίου σε τρία μέρη. Το πρώτο, γνωστό και ως βασικό κανάλι, έχει εύρος από 0 έως 25 KHz και χρησιμοποιείται για τις παραδοσιακές υπηρεσίες φωνής. Διαχωρίζεται από τα άλλα δύο, ώστε να εξασφαλίζεται η ανεξάρτητη λειτουργία του, δηλαδή σε περίπτωση που διακοπεί λόγω κάποιου προβλήματος (διακοπή ρεύματος) η παροχή υπηρεσιών ADSL να παραμείνει ανεπηρέαστη η μετάδοση φωνής. Δεδομένου ότι ο ήχος απαιτεί μόλις 4 KHz γίνεται αντιληπτό ότι το μεγαλύτερο μέρος συχνοτήτων χρησιμοποιείται για λόγους ασφαλείας, ώστε να μην υπάρχουν παρεμβολές ανάμεσα στις υπηρεσίες ήχου και δεδομένων. Το δεύτερο (μεσαίας ταχύτητας) με εύρος από 25 έως 200 KHz

αναλώνεται σε υπηρεσίες ανεβάσματος δεδομένων (Uploading) και το τρίτο (υψηλής ταχύτητας) με εύρος από 250 έως 1000 KHz χρησιμοποιείται για υπηρεσίες κατεβάσματος δεδομένων (Downloading). Η διαφορά των 50 KHz χρησιμοποιείται και εδώ ως περιθώριο ασφαλείας για να μην υπάρξουν παρεμβολές. Οι τιμές αυτές μπορούν να μεταβληθούν αν αυτό απαιτηθεί από την εφαρμογή. Δεδομένου ότι ο συνδρομητής έχει μεγαλύτερες ανάγκες για υπηρεσίες κατεβάσματος δεδομένων, το δεύτερο κανάλι (από 25 – 200 KHz) είναι στην ουσία αμφίδρομο, τόσο για ανέβασμα όσο και για κατέβασμα δεδομένων.

Το ADSL εκμεταλλεύεται όλο το εύρος ζώνης του συνεστραμμένου ζεύγους καλωδίων, απομονώνοντας τις υπηρεσίες φωνής από τις υπηρεσίες δεδομένων. Αυτό που έχει ιδιαίτερη σημασία είναι ότι το ADSL επιτρέπει την συνεχόμενη σύνδεση στο διαδίκτυο – σε αντίθεση με το παραδοσιακό Modem το οποίο πρέπει να διακόπτει την τηλεφωνική υπηρεσία – ενώ ταυτόχρονα η τηλεφωνική υπηρεσία είναι πάντοτε ελεύθερη προς χρήση. Ωστόσο θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι η απόδοση του ADSL εξαρτάται σημαντικά από την απόσταση του χρήστη από τον τηλεπικοινωνιακό παροχέα και φθάνει τα[9]:

1,5 Mbps για απόσταση **5,5 km**
2,0 Mbps για απόσταση **4,9 km**
6,3 Mbps για απόσταση **3,6 km**
8,4 Mbps για απόσταση **2,7 km**

3.1.2 RADSL

Το RADSL (Rate Adaptive Digital Subscriber Line)- Προσαρμοζόμενου Ρυθμού DSL είναι μια ευέλικτη εκδοχή του ADSL. Η RADSL επιτρέπει στον τηλεπικοινωνιακό οργανισμό να μεταβάλει δυναμικά τη χωρητικότητα μιας σύνδεσης DSL σύμφωνα με τις τρέχουσες απαιτήσεις του χρήστη σε χωρητικότητα, αλλά και

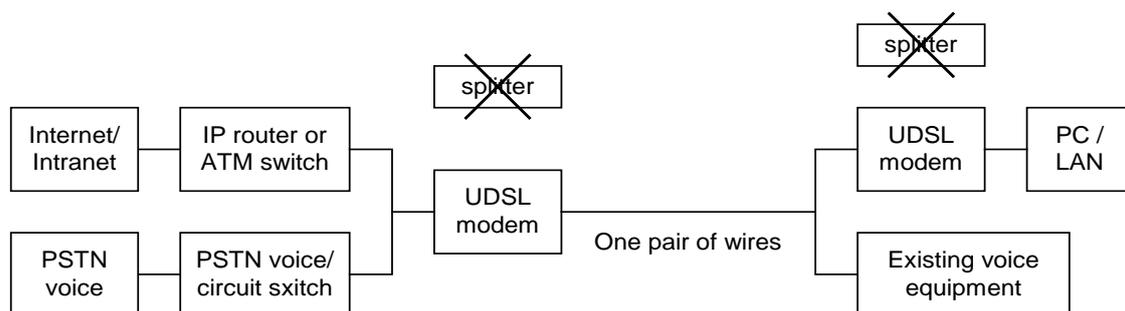
σύμφωνα με το μήκος και την ποιότητα της γραμμής. Δηλαδή αν η γραμμή είναι αρκετά μεγάλη σε μήκος ή η διάμετρος καλωδίου είναι αρκετά μικρή, τότε το modem αυτόματα μειώνει την ταχύτητα μετάδοσης. Είναι χρήσιμο κυρίως σε γραμμές με μήκη μεγαλύτερα των 4km και πρόκειται για μια μη προτυποποιημένη έκδοση ADSL. Σχεδιάστηκε για εφαρμογές βίντεο κατ' απαίτηση. Μπορεί επίσης να μεταβάλλει την ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων ανάλογα με τις εφαρμογές, όπως απλά δεδομένα, πολυμεσικές εφαρμογές, φωνή. 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 σταθερή ή μεταβαλλόμενη ταχύτητα 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' ότι η ADSL, χωρίς ασφαλώς να διατηρούνται οι μέγιστες ταχύτητες που αναφέραμε.[5]

Ένα άλλο χρήσιμο χαρακτηριστικό της RADSLS 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]

3.1.3 G.LITE

Η τεχνολογία G.Lite ή UDSL (Universal Digital Subscriber Line) αποτελεί μια 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 (διαχωριστή) στο άκρο που βρίσκεται ο υπολογιστής ούτως ώστε να μειωθεί το κόστος. Το G.Lite είναι πλέον (Οκτώβριος 1998) πρότυπο του οργανισμού ITU (G-992.2).[15]

Από την άλλη, επιτυγχάνει μικρότερες ταχύτητες από την ADSL σε μεγαλύτερες όμως αποστάσεις. Συγκεκριμένα φτάνει το 1,54Mbps –27,5 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 διαμέτρου 0,5mm. 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 αλλά όχι για εφαρμογές κινούμενης εικόνας.[11]



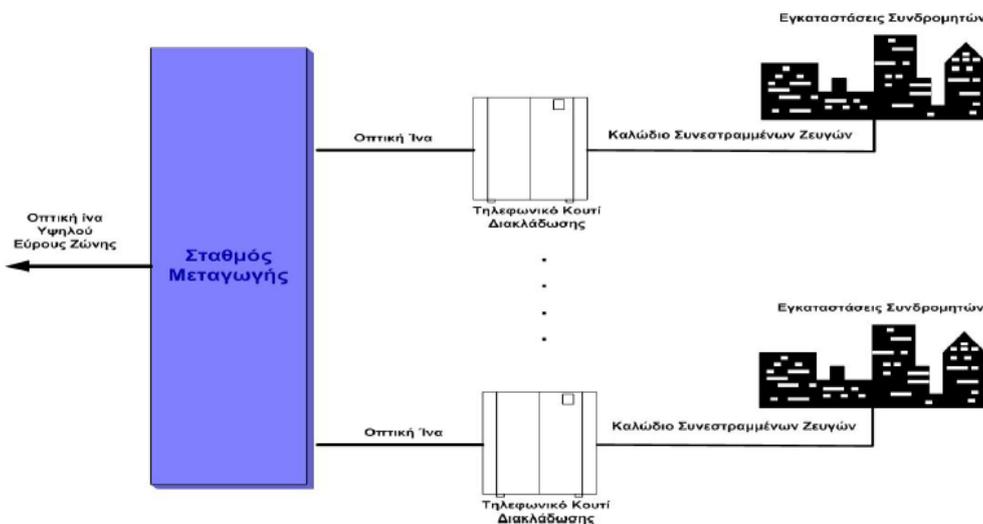
Downstream speed defined to 1.0 Mbps
Upstream speed defined as much less (128 Kbps)

Σχήμα 3.3: Αρχιτεκτονική UDSL δικτύου

3.1.4 VDSL

Η τεχνολογία VDSL (Very High Bit Rate Digital Subscriber Line) επιτυγχάνει τις μεγαλύτερες ταχύτητες της οικογένειας xDSL και ήρθε για να μεταδίδει και τις τρεις υπηρεσίες (φωνή, δεδομένα και βίντεο) ταυτοχρόνως και μέσα από ένα ενοποιημένο δίκτυο (unified network). Έχει την δυνατότητα να λειτουργήσει τόσο με συμμετρικό όσο και με ασύμμετρο τρόπο, μεταδίδοντας δεδομένα με υψηλές ταχύτητες σε μικρές αποστάσεις. 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]

Η αρχιτεκτονική του δικτύου αυτού είναι η εξής: όλες οι πληροφορίες θα μεταφέρονται μέσα από ένα δίκτυο οπτικών ινών σε απόσταση πολύ κοντά στο σημείο που θέλουμε να τις μεταδώσουμε και μετά για να γίνει η τελική μεταγωγή θα εμπιστευόμαστε το υπάρχον δίκτυο χάλκινων καλωδίων. Η VDSL μπορεί να εκμεταλλευτεί τις καινοτόμες υποδομές FTTN (Fiber To The Neighborhood) και FTTC (Fiber To The Curb). [18]



Σχήμα 3.4 : Παράδειγμα υποδομής FTTC

Σύμφωνα με την υποδομή FTTC από τις εγκαταστάσεις των χρηστών ξεκινάνε καλώδια συνεστραμμένων ζευγών προς το κοντινότερο τηλεπικοινωνιακό κουτί, το οποίο μπορεί να μετατρέπει τα σήματα σε οπτικά και να τα πολυπλέκει σε ένα καλώδιο οπτικών ινών. Τα καλώδια οπτικών ινών από τα κουτιά διακλάδωσης καταλήγουν σε έναν κεντρικό σταθμό μεταγωγής όπου τα οπτικά σήματα πολυπλέκονται πάνω σε ένα ευρυζωνικό καλώδιο οπτικών ινών. Το τελευταίο καλώδιο αποτελεί την γραμμή επικοινωνίας με το κεντρικό γραφείο τηλεπικοινωνίας (CO – Central Office). Στην ορολογία του VDSL, όλα τα κομβικά σημεία που μεσολαβούν μεταξύ του κεντρικού τηλεπικοινωνιακού γραφείου και των εγκαταστάσεων του χρήστη είναι γνωστά με τον όρο Οπτικές Μονάδες Δικτύου (Optical Network Units - ONU).

Οι μεγάλες ταχύτητες της στο downstream προέρχονται από τμήματα ενός δικτύου SONET -Synchronous Optical Network- και SDH (Synchronous Digital Hierarchy) με θεωρητική τιμή τα 155,52 Mbps και ονομαστικές τα 51,84 Mbps, 25,92 Mbps και τα 12,96 Mbps. Η ταχύτητα μετάδοσης downstream εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ των δύο σημείων μεταγωγής κι όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, αυξάνεται όσο μειώνεται η απόσταση. 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]

Ταχύτητα Μετάδοσης (Mbps)	Απόσταση (meters)
12.96-13.8	1500
25.92-27.6	1000
51.84-55.2	300

Πίνακας 2: Downstream VDSL

Όσον αφορά τις τεχνολογίες διαμορφώσεις έχουν προταθεί οι παρακάτω για τη VDSL: η CAP, η DMT, DWMT. 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. Επιπλέον, η VDSL χρησιμοποιεί τις υπάρχουσες συχνότητες του POTS (Plain Old Telephone Service) και του ISDN. [18]

3.2 Συμμετρικές τεχνολογίες DSL

Πρόκειται για τις τεχνολογίες που προσφέρουν τον ίδιο ρυθμό μετάδοσης για τη λήψη (downstream) και την αποστολή δεδομένων (upstream). Είναι πιο αποδοτικές όταν χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές τοπικών δικτύων LANs (Local Area Network), video-conferencing και φιλοξενίας τοπικών web sites, τηλε-εκπαίδευσης, τηλεϊατρικής και τέλος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τηλε-εργασία που απαιτεί συμμετρική μετάδοση δεδομένων.

3.2.1 IDSL

Η τεχνολογία IDSL (ISDN Digital Subscriber Line) επιτυγχάνει ταχύτητες 144Kbps (δύο κανάλια φέροντος (B) των 64 Kbps συν το κανάλι D των 16 Kbps) και πρόκειται για συμμετρική τεχνολογία που μεταδίδει αποκλειστικά ψηφιακά δεδομένα. Παρόλο που

χρησιμοποιεί κοινές γραμμές με την ίδια ταχύτητα και την ίδια κωδικοποίηση (2B1Q) με την ISDN, δεν χρειάζεται διακόπτη με αποτέλεσμα να μην προκαλεί συμφόρηση στο δίκτυο και επιπλέον να μην απαιτεί συνεχόμενες κλήσεις.[17]

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 Β και D κανάλια του ISDN. Πριν αναφέραμε ότι μεταφέρει μόνο δεδομένα, στη πραγματικότητα υποστηρίζει και φωνή αλλά με χαμηλότερη ταχύτητα (η μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς φωνής μέσω IDSL είναι 64Kbps).[13]

3.2.2 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. Σε αντίθεση με το ADSL είναι συμμετρική και προσφέρει τον ίδιο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων (bandwidth) τόσο για τη αποστολή όσο και για τη λήψη. Δημιουργήθηκε με απώτερο σκοπό να εκμεταλλευτεί την υπάρχουσα τεχνολογία των κυκλωμάτων T1 και E1. Το παρεχόμενο bandwidth είναι 1,544Mbps (T1) με χρήση 2 ζευγών καλωδίων και 2,048Mbps (E1) με χρήση 3 ζευγών, αλλά δεν μπορεί να προσφέρει την standard τηλεφωνική υπηρεσία στην ίδια γραμμή. Οι μέγιστες αποστάσεις λειτουργίας κυμαίνονται από 3,5 έως 4,5Km. Κάθε συρμός δεδομένων χωρίζεται σε δύο ή σε τρεις συρμούς (για T1 και E1 αντίστοιχα), οι οποίοι μεταδίδονται ανεξάρτητα μέσω δύο ή τριών ζευγών καλωδίων αντίστοιχα, και επανασυνδέονται στον δέκτη.[17]

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 email, για ηλεκτρονικό εμπόριο και βιντεοδιάσκεψη -έχει την ίδια απόδοση και χαμηλότερο κόστος από το T1.[13]

3.2.3 HDSL2

Είναι ένας μονού ζεύγους αντικαταστάτης του HDSL που βασίζεται στο πρότυπο του ANSI. Προσφέρει το ίδιο 1.544 Mbps εύρος ζώνης με το παραδοσιακό HDSL που χρειάζεται 2 ζεύγη καλωδίων, με το πλεονέκτημα ότι απαιτεί ένα μόνο χάλκινο ζεύγος. Το HDSL2 μας παρέχει σταθερό ρυθμό μετάδοσης 1.5Mbps και στις δύο κατευθύνσεις και χρησιμοποιεί κωδικοποίηση TC-PAM (Trellis-Coded PAM). Τέλος όπως και η HDSL έτσι και η HDSL2 δεν προσφέρει την standard τηλεφωνική υπηρεσία στην ίδια γραμμή.[28]

3.2.4 SDSL

Η τεχνολογία SDSL (Symmetrical Digital Subscriber Line) είναι συμμετρική και εξασφαλίζει ταχύτητες από 160Kbps μέχρι και 2,048Mbps. Ωστόσο ο πιο διαδεδομένος ρυθμός μετάδοσης που χρησιμοποιείται είναι 768 Kbps και προς τις δύο κατευθύνσεις. Πρακτικά είναι το ίδιο με το HDSL, μόνο που χρησιμοποιεί ένα μόνο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών. Για το λόγο αυτό όμως η μέγιστη απόσταση λειτουργίας είναι τα 3Km.[3]

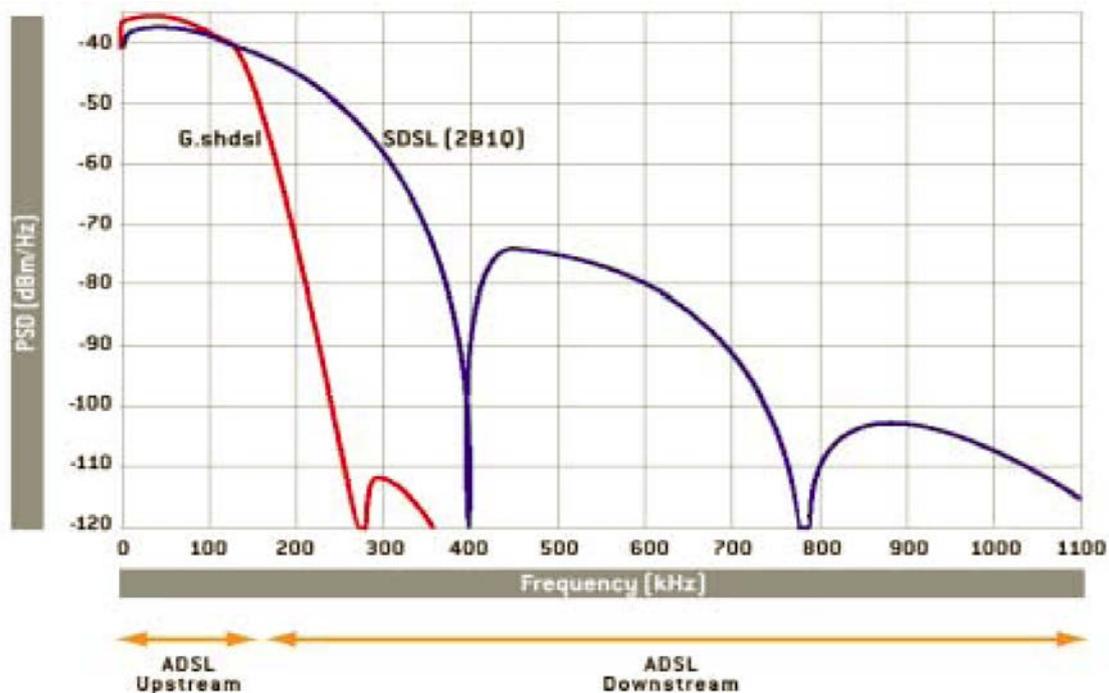
Χρησιμοποιείται σχεδόν για τους ίδιους σκοπούς με το HDSL. Δεδομένου ότι απαιτείται μόνο ένα ζεύγος καλωδίων για την μετάδοση, αξιοποιείται αποτελεσματικότερα η ήδη υπάρχουσα υποδομή του δικτύου και ευνοείται η σύντομη και με ικανοποιητικό κόστος υλοποίηση υπηρεσιών που απαιτούν μέσους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων. 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.[28]

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

Πίνακας 3: SDSL (Πηγή Netopia)

3.2.5 SHDSL

Η τεχνολογία SHDSL (Single-pair High-bit-rate DSL) ή G.shdsl αποτελεί την πιο προηγμένη μορφή συμμετρικού DSL και είναι ένα πρότυπο της ITU. Η αρχιτεκτονική του συστήματος είναι παρόμοια με όλα τα υπόλοιπα συστήματα DSL. Γενικά χρησιμοποιούνται δύο modem, ένα στην αρχή της γραμμής (DSLAM) κι ένα στο τέλος της (απλό DSL-modem). Το σύστημα αυτό όπως και τα περισσότερα συμμετρικά DSL απευθύνεται κυρίως σε επιχειρήσεις.



Σχήμα 3.5: Σύγκριση τεχνολογιών SDSL – G.shdsl.[26]

Το σύστημα αυτό, έχει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συστήματα HDSL και SDSL. Μπορεί να λειτουργεί είτε με ένα είτε με δυο ζεύγη καλωδίων, και να μπορεί να προσφέρει μεταβλητούς ρυθμούς μετάδοσης από 192 Kbps έως και 2.36 Mbps όταν πρόκειται για ένα μόνο ζεύγος καλωδίων, και από 384Kbps έως και 4,64 Mbps όταν πρόκειται για 2 ζεύγη καλωδίων, ενώ παράλληλα προσφέρει και την κλασική τηλεφωνική υπηρεσία.. Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα που έχουν τα συστήματα SHDSL είναι ότι είναι multi-rate, κάτι πολύ βασικό για το σύστημα αυτό, καθώς με αυτό τον τρόπο

επιτυγχάνεται η βέλτιστη χρησιμοποίηση του διαθέσιμου εύρους ζώνης. Επίσης αλλά πλεονεκτήματα που έχουν τα SHDSL είναι η πολύ καλή απόδοση, δηλαδή χαμηλή εξασθένηση και άρα μεγάλη εμβέλεια, η φασματική συμβατότητα (χρησιμοποιεί φάσμα βασικής ζώνης μέχρι τα 400 KHz), η χαμηλή ισχύς μετάδοσης, κάτι που μειώνει και τις παρεμβολές που προκαλεί, το ότι παρουσιάζει μεγάλη αναισθησία σε τυχούσες παρεμβολές και τέλος ο μεταβλητός ρυθμός μετάδοσης. Η κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται στα SHDSL συστήματα είναι TC-PAM (Trellis Coded PAM).[28]

3.3 Σύγκριση των τεχνολογιών xDSL

Στον παρακάτω πίνακα συγκρίνουμε τις τεχνολογίες DSL όσον αφορά την ταχύτητα, την μέγιστη απόσταση εκπομπής, τον αριθμό των ζευγών και τις εφαρμογές τους.

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.

Πίνακας 4: Πίνακας των τεχνολογιών xDSL

3.4 Το DSL σε σύγκριση με τις άλλες τεχνολογίες

Οι εναλλακτικές επιλογές που υπάρχουν πλέον για σύνδεση στο Internet είναι πάρα πολλές. Πολλοί χρησιμοποιούμε ακόμη το παλιό modem, το μέλλον του όμως προβλέπεται μάλλον ζοφερό, καθώς το ISDN έχει ήδη καταλάβει ένα μεγάλο κομμάτι της αγοράς ενώ το ADSL εισβάλλει δυναμικά. Στο εξωτερικό υπάρχουν και άλλες εναλλακτικές, όπως οι γραμμές T1 και E1 ή τα cable modems. Πώς συγκρίνεται όμως το xDSL σε σχέση με τις υπόλοιπες εναλλακτικές λύσεις;

Cable modem

Πάροχοι καλωδιακής τηλεόρασης παρέχουν πρόσβαση ταχύτητας 10Mbps χρησιμοποιώντας "cable modems" συνδεδεμένα στα hybrid fiber coax (HFC) δίκτυά τους. Ωστόσο, υπάρχουν μερικά προβλήματα στην αρχιτεκτονική τους που πρέπει να επιλυθούν: Τα δίκτυά τους είναι μίας κατεύθυνσης, έτσι θα πρέπει να κάνουν αναβαθμίσεις σε αυτά για να επιτρέψουν κυκλοφορία δύο κατευθύνσεων. Η τεχνολογία των cable modems έχει το μεγάλο μειονέκτημα ότι διαμοιράζει το bandwidth (εύρος ζώνης) στους χρήστες, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει εγγυημένη απόδοση. Επίσης, τα δίκτυα HFC όπως και τα switched digital video (SDV) δίκτυα χρησιμοποιούν οπτική ίνα και έχουν πολύ υψηλό εύρος ζώνης, τόσο υψηλό ώστε να είναι περιττό για τους χρήστες, εκτιμώντας τις ανάγκες τους στο άμεσο μέλλον. Τα cable modems δεν έχουν σχέση με την ελληνική πραγματικότητα, διότι η εγκατάστασή τους προϋποθέτει την παρουσία δικτύου καλωδιακής τηλεόρασης, το οποίο στην Ελλάδα δεν υφίσταται.[21]

E1 και T1

Οι γραμμές T1 στις Η.Π.Α. και E1 στην Ευρώπη προσφέρουν ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες (1,5 και 2Mbps αντίστοιχα).

Οποιαδήποτε σύγκριση μεταξύ T1/E1 και DSL επιβεβαιώνει τον τίτλο του DSL ως δολοφόνου του ("T1 killer"). Το DSL είναι σχεδόν 4 φορές ταχύτερο, έχει περίπου το ίδιο κόστος και είναι πολύ πιο εύκολο στην εγκατάσταση καθώς δεν απαιτεί ειδικά καλώδια.[21]

ISDN

Το ISDN είναι αυτήν τη στιγμή η μόνη επιλογή για ταχύτερη και πιο αξιόπιστη σύνδεση με το Internet. Η ταχύτητα που προσφέρει, είναι 64Kbps ή 128Kbps ενώ παρέχει επίσης και τη δυνατότητα ταυτόχρονης μεταφοράς δεδομένων (64Kbps) και φωνής. Το κόστος χρήσης τού ISDN στην Ελλάδα είναι σχετικά χαμηλό, αφού ο ιδιοκτήτης χρεώνεται έξτρα μόνο το πάγιο της δεύτερης γραμμής (καναλιού) ενώ η χρονοχρέωση είναι η ίδια με αυτή των κοινών τηλεφωνικών γραμμών. Το DSL παρέχει συνεχή πρόσβαση στο Internet, σε αντίθεση με το ISDN που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη σύνδεση δύο κόμβων χωρίς την παρεμβολή του Internet. Όταν, για παράδειγμα, απαιτείται επικοινωνία υψηλής πιστότητας μεταξύ δύο κόμβων, το ISDN είναι μονόδρομος.[21]

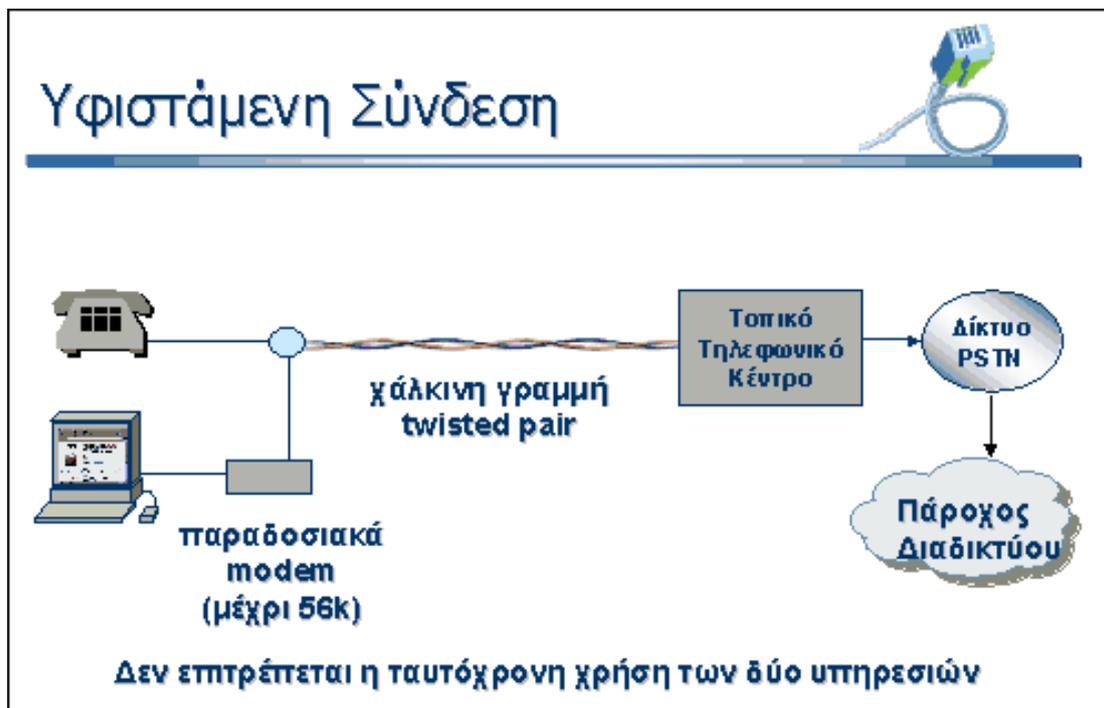
Modem

Το παλιό καλό πιστό μας modem. Κατάφερε μέσα σε λίγα χρόνια από τα 0,3Kbps να φτάσει στα 56Kbps, και κάθε φορά που γινόταν λίγο πιο γρήγορο, μας έλεγαν ότι "δεν πάει παραπέρα"... Και όμως, το modem είναι ακόμη εδώ και θα συνεχίσει για καιρό ακόμη, κυρίως σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει πρόσβαση σε καλύτερα δίκτυα όπως συχνά συμβαίνει σε ταξιδιώτες με φορητούς υπολογιστές.

Σε σχέση με κάθε άλλη καλωδιακή επικοινωνία, το ADSL προσφέρει τόσο καλά τεχνικά χαρακτηριστικά, που η επιτυχία του μοιάζει εγγυημένη.[21]

4 Αρχιτεκτονική δικτύου – Εξοπλισμός

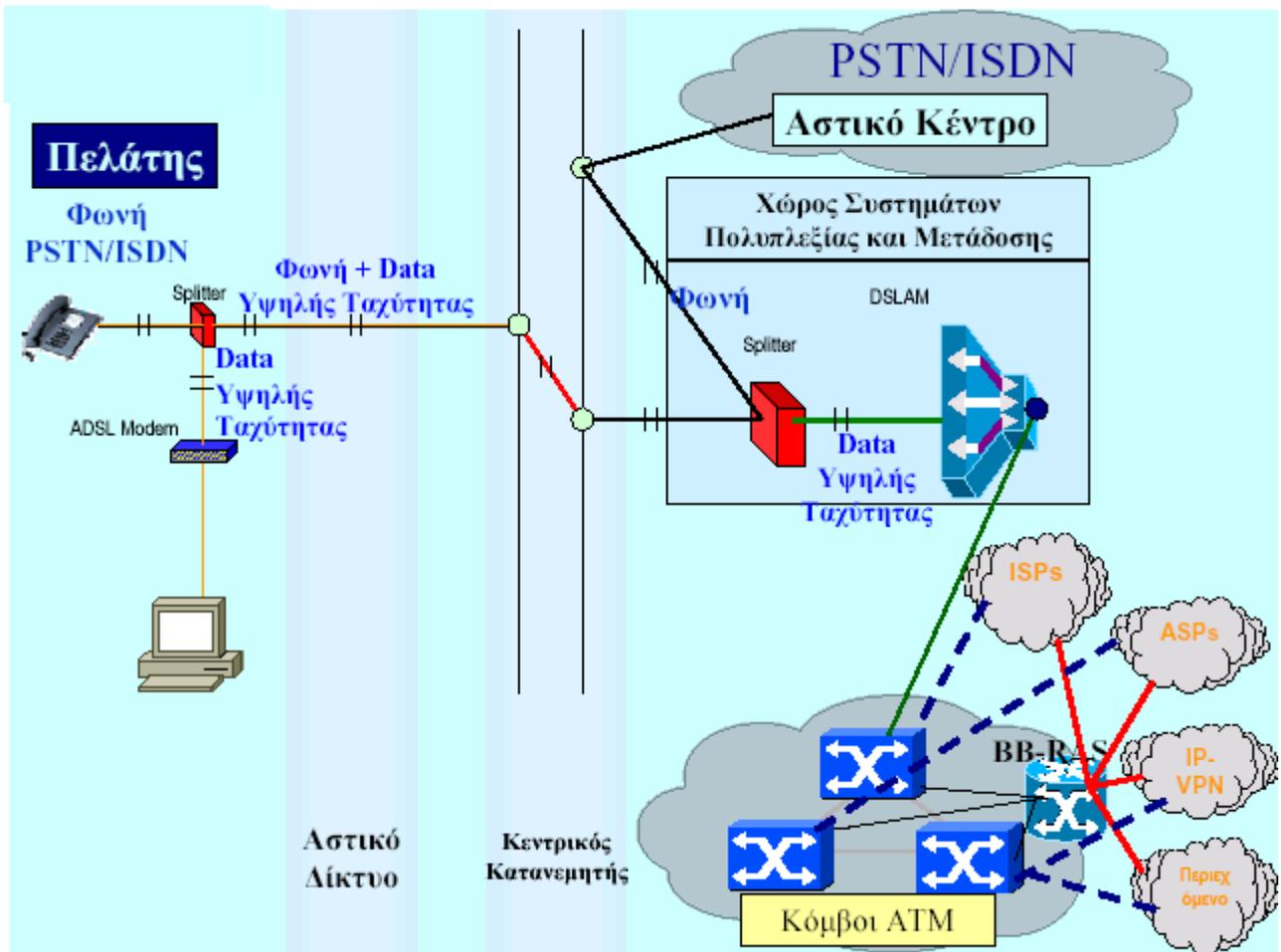
Οι τεχνολογίες xDSL αναπτύσσονται πάνω στο υπάρχον καλωδιακό δίκτυο τηλεφώνων με στόχο όπως είπαμε να χρησιμοποιηθεί πλήρως όλο το φάσμα συχνοτήτων που μπορεί να υπάρξει σε ένα χάλκινο σύρμα. Η εφαρμογή των τεχνολογιών χρειάζεται και τις κατάλληλες εγκαταστάσεις μηχανημάτων σε διάφορα μέρη του δικτύου. Εδώ θα εξετάσουμε τα εξαρτήματα και τις αλλαγές που θα πρέπει να γίνουν σε φυσικό επίπεδο ώστε να λειτουργήσουν οι xDSL τεχνολογίες. Ας δούμε όμως πρώτα τη δομή της υφιστάμενης τεχνολογίας στο σχήμα 4.1



Σχήμα 4.1: Υφιστάμενη τεχνολογία[12]

4.1 Εξοπλισμός

Η αρχιτεκτονική του xDSL περιλαμβάνει εξοπλισμό κατά μήκος του δικτύου και εξοπλισμό στο χώρο του πελάτη.



Σχήμα 4.2: Αρχιτεκτονική τεχνολογίας ADSL

4.1.1 Εξοπλισμός κατά μήκος του δικτύου

Network Termination (NT)

Ό,τι βρίσκεται από το σημείο αυτό και μετά, επιπλέον καλώδιο και εξοπλισμός, ανήκει συνήθως στον χρήστη. Είναι το τερματικό σημείο του δικτύου, το οποίο ανήκει συνήθως στον πάροχο των υπηρεσιών του δικτύου. Ο εξοπλισμός αυτός είναι γνωστός ως CPE (Customer Premises Equipment). Το NT μπορεί να είναι είτε παθητική είτε ενεργητική συσκευή. Στην περίπτωση που είναι παθητική συσκευή απομονώνει το δίκτυο από τον τηλεφωνικό εξοπλισμό του χρήστη.[29]



Σχήμα 4.3 : Network Termination

Γραμμή Δικτύου

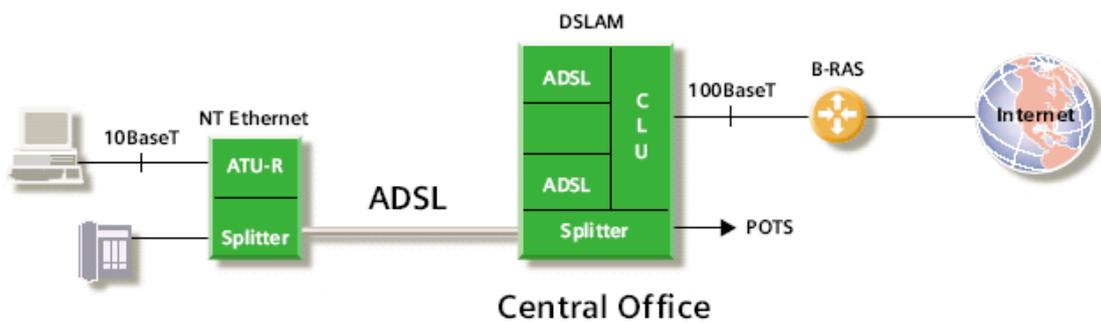
Πρόκειται για τα χάλκινα UTP καλώδια συνεστραμμένων ζευγών που βρίσκονται εντός του σπιτιού και μέχρι το CO . Τα καλώδια αυτά είναι συνεστραμμένα έτσι ώστε να μειώνεται το φαινόμενο των παρεμβολών που εμφανίζεται σε αυτά. Εκτός από το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, χρησιμοποιούνται και σε computer LANs. [29]

DSL Modem-Central Office

Είναι ένα modem μέσα στο CO (Central Office) και στόχος του είναι η μετατροπή του DSL σήματος σε κατάλληλο ψηφιακό σήμα ώστε να επιτυγχάνεται η μετάδοση του σε όλο το υπόλοιπο δίκτυο. Στην περίπτωση της ADSL το modem λέγεται ATU-C. [29]

DSLAM

Το DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), εν συντομία πολυπλέκτης, είναι όπως είπαμε το βασικότερο εξάρτημα που εγκαταστάθηκε στο CO για την εφαρμογή του DSL δικτύου. Περιλαμβάνει συνήθως μερικά DSL modem που συγκεντρώνουν την xDSL κίνηση από όλους τους συνδρομητές και στη συνέχεια στέλνει εντολή στο Splitter να διαχωρίσει τις υπηρεσίες τηλεφωνίας (PSTN, ISDN-BRA) από τις υπηρεσίες δεδομένων και τις μεν πρώτες τις κατευθύνει προς το τηλεφωνικό δίκτυο ενώ τις δεύτερες τις "πλέκει" όλες μαζί και τις οδηγεί μέσω του δικτύου ATM (οπτική ίνα τις περισσότερες φορές) σε άλλα DSLAMs ή στο BB-RAS, ανάλογα με το που έχει δρομολογηθεί. [22]

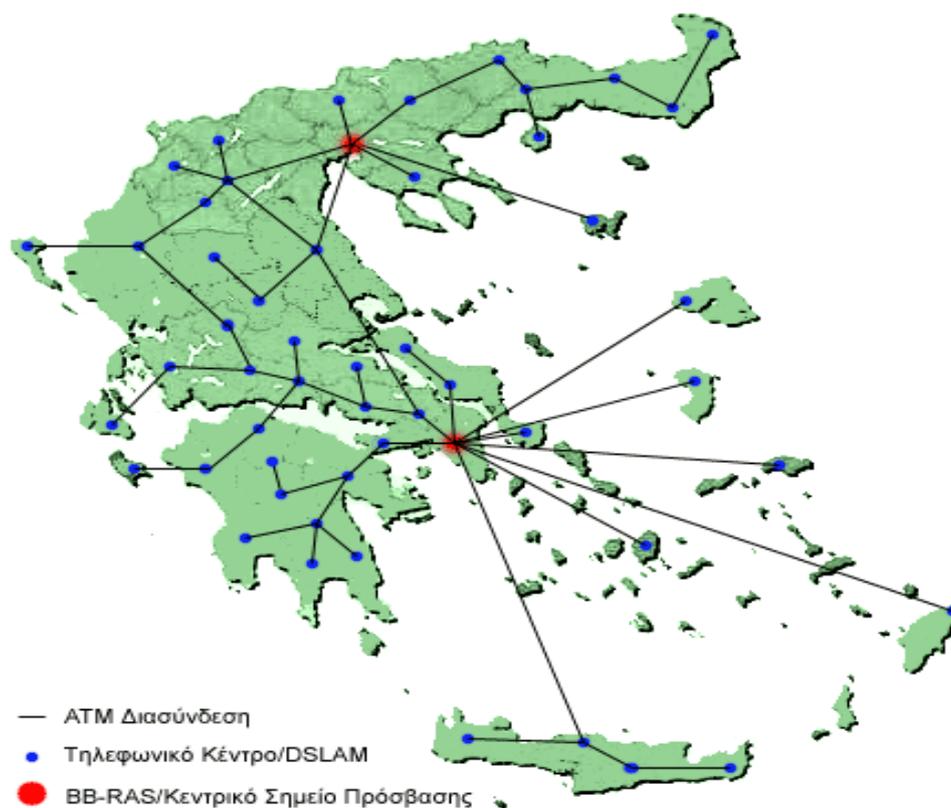


Σχήμα 4.4 : DSLAM

ATM

Είναι το δίκτυο που συνδέει όλα τα τηλεφωνικά κέντρα της χώρας μας με την δικτυακή τεχνολογία Asynchronous Transfer Mode μέσω μεγάλου Bandwidth γραμμών συνήθως Οπτικών Ινών. Το κάθε ενεργοποιημένο τηλεφωνικό κέντρο, που έχει πολυπλέκτες (DSLAM), συνδέεται με τα υπόλοιπα κέντρα μέσω ATM και μεταφέρει την xDSL κίνηση μέχρι σε ένα από τα δύο BB-RAS που είναι ένα στην Αθήνα και ένα στην Θεσσαλονίκη.

Για παράδειγμα για να συνδεθούμε από το Τηλεφωνικό Κέντρο Ιωαννίνων στο BB-RAS της Θεσσαλονίκης (όπου και βρίσκεται το Gateway του Παροχέα (ISP) μας για να μας συνδέσει στο Internet), περνάμε μέσω του Εθνικού ATM δικτύου του ΟΤΕ. Η τεχνολογία ATM είναι πολύ γρήγορη και μπορεί να αντέξει μεγάλους φόρτους και το σημαντικότερο είναι ότι είναι ασύγχρονο και αυτό βοηθάει πολύ τις ψηφιακές επικοινωνίες που είναι ιδιότροπες όσον αφορά τον συγχρονισμό της μεταφοράς δεδομένων. [29]



Σχήμα 4.5: Χάρτης ATM δικτύου, DSLAMs και BB-RAS

BB-RAS

Το BB-RAS (Broadband Remote Access Server – Ευρυζωνικός Εξυπηρετητής Απομακρυσμένης Πρόσβασης), συγκεντρώνει την DSL κίνηση μέσω του ATM δικτύου από τα DSLAMs, μορφοποιεί τα δεδομένα και τα προωθεί στο δίκτυο του παρόχου υπηρεσιών

διαδικτύου (Internet Service Provider). Για το λόγο αυτό απαραίτητη προϋπόθεση για την παροχή του Fast Internet στους τελικούς χρήστες είναι η ζεύξη των παρόχων με τα σημεία παρουσίας του δικτύου DSL του ΟΤΕ, που στη χώρα μας είναι ο μόνος κάτοχος τέτοιου δικτύου, στα οποία είναι εγκατεστημένοι οι BB-RAS. [22]

Δρομολογητές

Πρόκειται για μια συσκευή που δρομολογεί τα δεδομένα από ένα «μονοπάτι» σε κάποιο άλλο μέσα σε ένα δίκτυο. Η λειτουργία τους βασίζεται σε πληροφορίες που φέρουν τα σήματα δεδομένων. Η διαθεσιμότητα κάποιου καναλιού επικοινωνίας, η διεύθυνση προορισμού ενός «πακέτου», η μέγιστη δυνατή καθυστέρηση μετάδοσης ενός «πακέτου» είναι μερικές από τις σημαντικές πληροφορίες. Οι δρομολογητές που συνδέουν μονοπάτια δεδομένων (data paths) μεταξύ διαφορετικών τύπων δικτύων είναι γνωστοί και ως gateways. [29]

ATM Switch

Αποτελεί μέρος ενός συστήματος μεταγωγής που μεταφέρει πληροφορία με πολύ μεγάλη ταχύτητα. Το ATM χρησιμοποιεί γραμμές μεταφοράς υψηλής ταχύτητας (155Mbps) και αποτελεί τον κύριο κορμό ενός δικτύου υψηλών ταχυτήτων. Διασυνδέει DSLAMs, BB-RAS και παρόχους διαδικτύου. Για τις υψηλές ταχύτητες εκτός από τις γραμμές συμβάλει και το ATM Switch το οποίο διατηρεί μια βάση δεδομένων (routing table), η οποία ανανεώνεται κάθε φορά που μια σύνδεση δημιουργείται ή τερματίζεται. Έχει επίσης τη δυνατότητα να στέλνει πακέτα κατά προτεραιότητα προς εξυπηρέτηση ή ακόμη και να ακυρώνουν την αποστολή τους, ανάλογα με την συμφόρηση και τη διαθεσιμότητα του δικτύου. [22]

Σύστημα Διαχείρισης Δικτύου

Πέρα από τα βασικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για να λειτουργήσει ένα δίκτυο DSL, απαιτείται και λειτουργικό, το σύστημα διαχείρισης δικτύου (Network Management System – NMS). Χρησιμοποιεί ένα αποτελεσματικό πρωτόκολλο διαχείρισης δικτύου, το «απλό πρωτόκολλο διαχείρισης δικτύου» (SNMP – Simple Network Management Protocol). Το SNMP είναι πρωτόκολλο που έχει καθιερωθεί παγκοσμίως σε ό,τι έχει να κάνει με τη διαχείριση διαφόρων τύπων εξοπλισμού δικτύου. Υπακούοντας στις προδιαγραφές του πρωτοκόλλου αυτού καθίσταται δυνατός ο χειρισμός τμημάτων δικτύου που είναι κατασκευασμένα από διαφορετικούς κατασκευαστές από ένα απλό πρόγραμμα. Στα θετικά του πρωτοκόλλου SNMP είναι ότι μπορεί να ενεργήσει και μέσω του Internet Protocol.[25]

4.1.2 Εξοπλισμός στο χώρο του πελάτη

DSL Modem-Remote

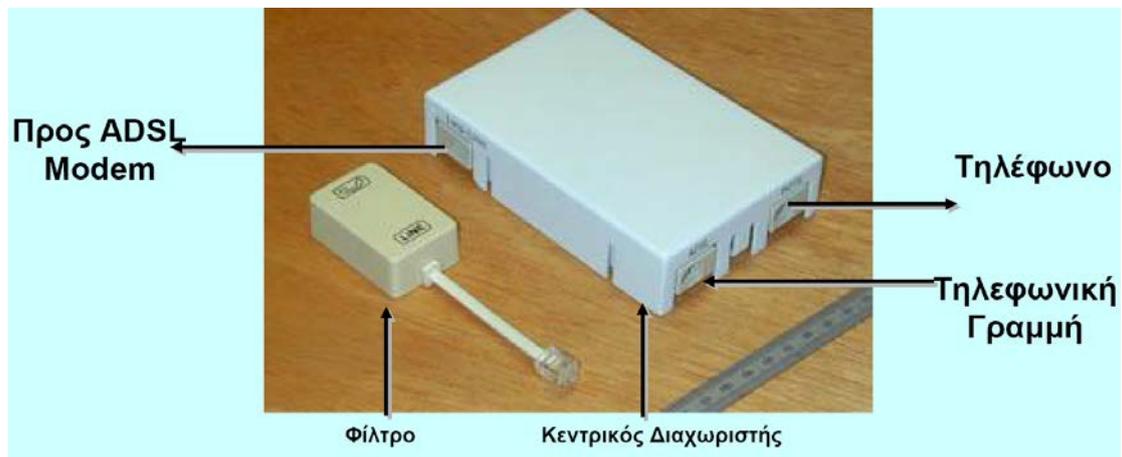
Είναι ένα εξελιγμένο modem που μπορεί να λαμβάνει και να μεταδίδει υψηλής ταχύτητας δεδομένα (περίπου ως 60 megabits) σε συνεστραμμένο καλώδιο χαλκού (UTP). Συνδέει τον εξοπλισμό του χρήστη (δηλ τον Η/Υ ή το LAN) μέσω της τηλεφωνικής γραμμής με το DSLAM. Το modem αυτό βρίσκεται συνήθως στο σπίτι του χρήστη ή στο γραφείο μιας επιχείρησης, ακριβώς όπως το ISDN-modem και αποτελεί τον τερματισμό του δικτύου xDSL στο χώρο αυτό. Όταν αναφερόμαστε ειδικά στην ADSL τεχνολογία το modem λέγεται ATU-R (ADSL Transceiver Unit-Remote). Ένα ATU-R μπορεί να έχει τη μορφή μιας εσωτερικής κάρτας modem (PCI bus), ενός εξωτερικού

modem που συνδέεται στη θύρα USB ή τη μορφή συσκευής που μετατρέπει ADSL σήματα σε ένα 10BaseT ή 100BaseT Ethernet form.

Επίσης αναπτύσσονται μοντέλα τα οποία θα περιέχουν και επιπρόσθετες θύρες για την υποστήριξη συγκεκριμένων υπηρεσιών. Τέτοιες υπηρεσίες είναι η υποστήριξη φωνής με RJ11 θύρες, τα IADs για Voice Over DSL υπηρεσίες, θύρες βίντεο για υποστήριξη υπηρεσιών βίντεο και καινούργια δικτυακά interfaces όπως HomePNA(Home Phoneline Networking Alliance) ή ασύρματα δικτυακά interfaces όπως το 802.11 Wireless Ethernet.[26]

xDSL Splitter

Το splitter ξεχωρίζει το τηλεφωνικό σήμα από το υψηλής ταχύτητας σήμα πληροφορίας (data). Τοποθετείτε μεταξύ της τηλεφωνικής πρίζας και των τηλεφωνικών συσκευών ή FAX τόσο στην πλευρά του χρήστη στο σπίτι ή στο γραφείο (μόνος splitter) όσο και στο Central Office (πολλαπλός splitter).



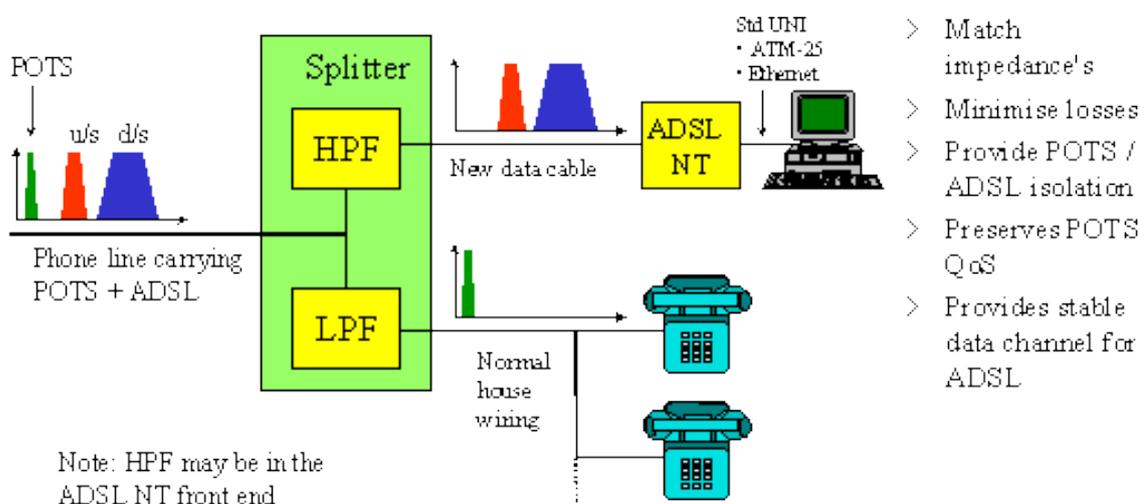
Σχήμα 4.6 : Φίλτρο (αριστερά) και διαχωριστής (δεξιά). Το splitter διαχωρίζει τη φωνή από τα δεδομένα και αξιοποιεί και τα δυο, ενώ το φίλτρο «κρατάει» μόνο τη φωνή.

Τα POTS Splitters χωρίζονται σε δυο κατηγορίες , τα ενεργητικά (active) και τα παθητικά (passive). Τα ενεργητικά splitters

χρησιμοποιούν εξωτερική πηγή ρεύματος για να λειτουργήσουν αλλά έχουν εφεδρική ισχύ σε περίπτωση που πέσει το ρεύμα ώστε να λειτουργούν οι υπηρεσίες άμεσης ανάγκης του κλασσικού τηλεφώνου (αστυνομία, ΕΚΑΒ κ.τ.λ.). Τα παθητικά splitters δεν χρειάζονται ρεύμα για να λειτουργήσουν αλλά έχουν υψηλό Mean Time Between Failures (MTBF) σε σχέση με τα ενεργητικά. [12]

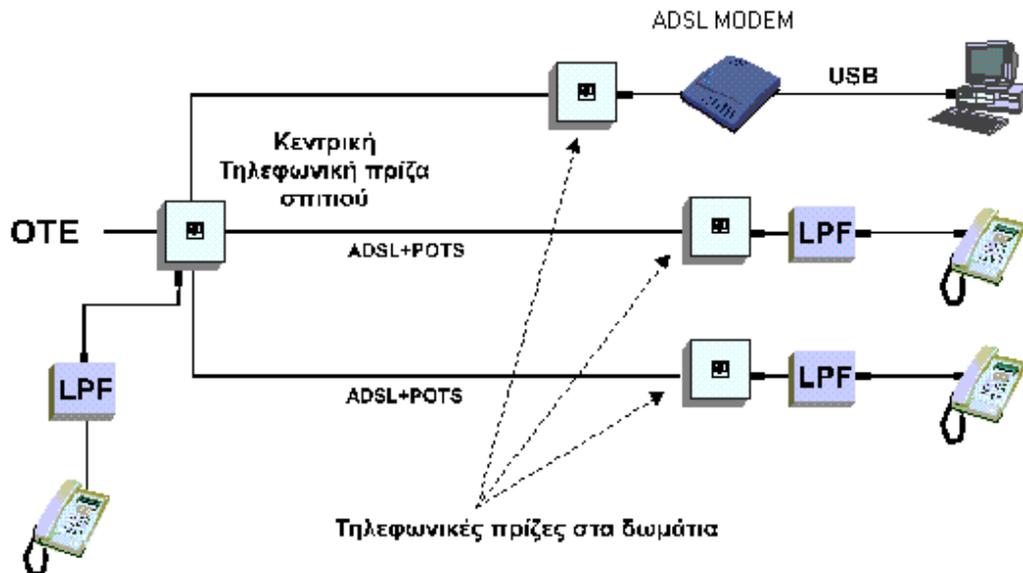
Microfilters

Πολλές DSL τεχνολογίες όπως η G.Lite ADSL, η ReachDSL και η RADSL υποστηρίζουν δικτυακά κυκλώματα χωρίς την χρήση των splitters στην πλευρά του πελάτη. Αντί αυτών χρησιμοποιούνται Microfilters ανάμεσα σε κάθε συσκευή του παραδοσιακού τηλεφωνικού δικτύου. Τα microfilters είναι χαμηλοπερατά φίλτρα που φιλτράρουν το σήμα στο καλώδιο αφήνοντας να περάσουν οι μικρές συχνότητες της φωνής και κόβουν της μεγάλες του δικτύου υψηλών ταχυτήτων της DSL. Το βασικό προτέρημά τους σε σχέση με τους Splitters είναι ότι είναι πιο εύκολα στην εγκατάσταση που μπορεί να την κάνει ο ίδιος ο χρήστης αντί να φωνάξει εξειδικευμένο συνεργείο για την εγκατάσταση.[12]



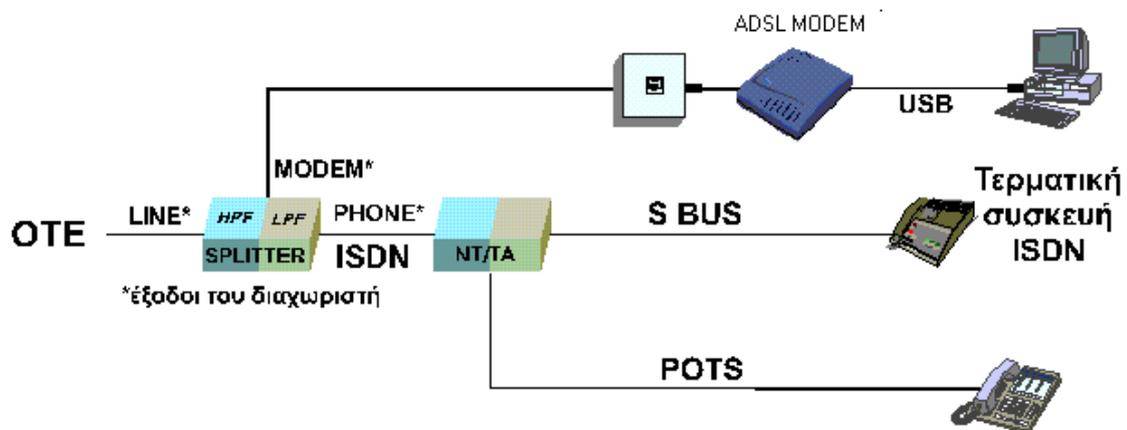
Σχήμα 4.7 : Το splitter διαχωρίζει τη φωνή και τα δεδομένα.[28]

Στο χώρο του πελάτη τοποθετούμε το modem και το splitter ή το φίλτρο που αναφέραμε και παραπάνω. Ας δούμε όμως πως γίνεται η συνδεση όταν έχουμε απλή τηλεφωνική γραμμή PSTN και πως όταν έχουμε ISDN.



Σχήμα 4.8 : Εγκατάσταση εξοπλισμού xDSL στο σπίτι σε PSTN.

Αυτό ισχύει για εγκατάσταση xDSL σε γραμμή PSTN. Ενώ για εγκατάσταση xDSL σε ISDN Βασικής Πρόσβασης (BRA) ισχύει το παρακάτω.



Σχήμα 4.9 : Εγκατάσταση εξοπλισμού xDSL στο σπίτι σε ISDN.

5 Προβλήματα

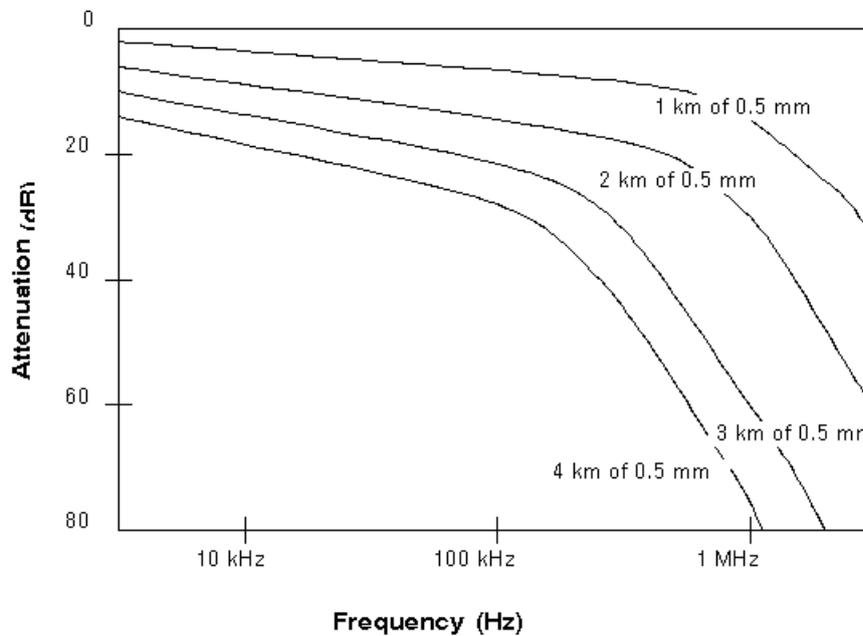
Η ποιότητα υπηρεσιών των τεχνολογιών xDSL μπορεί να επηρεαστεί καταλυτικά από διάφορους παράγοντες που εμποδίζουν ή αλλοιώνουν την μετάδοση του σήματος. Στο κεφάλαιο αυτό θα εξετάσουμε τους σημαντικότερους, καταλήγοντας στις τεχνικές επίλυσης αυτών των προβλημάτων που χρησιμοποιούνται στις τεχνολογίες xDSL.

5.1 Εξασθένιση (attenuation)

Η εξασθένιση του σήματος στις τηλεφωνικές γραμμές εξαρτάται από το μήκος και το πλάτος του καλωδίου. Στις υψηλές συχνότητες η εξασθένιση είναι μεγαλύτερη στα τηλεφωνικά συνεστραμμένα καλώδια. Αυτό γιατί τα σήματα υψηλής συχνότητας χάνουν γρηγορότερα ενέργεια από τα σήματα χαμηλής. Ένας τρόπος για να ελαχιστοποιηθεί η εξασθένιση είναι η χρήση πιο χοντρών καλωδίων (άρα μεγαλύτερης αντίστασης), λύση βέβαια ασύμφορη οικονομικά αφού απαιτεί περισσότερο χαλκό. Δεν μπορεί λοιπόν να αντιμετωπιστεί, παρά μόνο αν η αποστάσεις μεταξύ του συνδρομητή και του τηλεφωνικού κέντρου είναι μικρότερη των 5.5 Km.

Μεγαλώνοντας την ισχύ εκπομπής μπορούμε να αυξήσουμε την απόσταση. Περιορισμοί όμως υπάρχουν σε σχέση και με αυτό. Το φαινόμενο της συνακρόασης (crosstalk) σε παραπλήσιες γραμμές και οι παρεμβολές ραδιοσυχνοτήτων RFI (Radio Frequency Interference) μας θέτουν όρια ως προς την μέγιστη τιμή του σήματος εκπομπής.[24]

Για παράδειγμα, σε χαλκό διατομής 0.5mm και για απόσταση 5Km οι απώλειες είναι 55dB στα 300Hz. Αυτό σημαίνει πως η ισχύς



Σχήμα 5.1: Εξασθένιση του σήματος από την αύξηση της συχνότητας σε διάφορα μήκη καλωδίων. [24]

του σήματος μειώθηκε κατά 300.000 φορές. Συγκρίνοντας το παραπάνω με μια οπτική ίνα στα 1.55μm που έχει εξασθένιση 0.2dB/km και ανεξάρτητα με την συχνότητα του σήματος τα -55dB εξασθένιση έρχονται στα 275km.

5.2 Θόρυβος - Παρεμβολές

Οι κυριότερες πηγές θορύβου και παρέμβασης που έχουν επιπτώσεις στο χάλκινο δίκτυο πρόσβασης είναι:

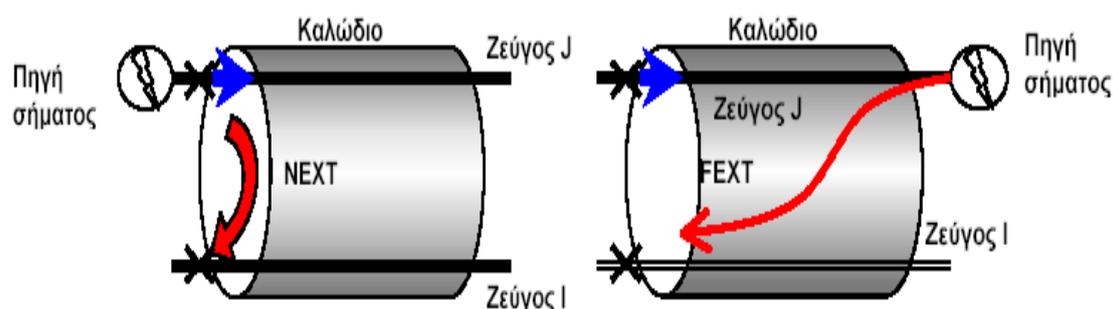
Συνακρόαση (Crosstalk)

Η παράλληλη πορεία δυο γειτονικών γραμμών, συχνά δημιουργεί λόγω επαγωγικής ή χωρητικής σύζευξης την ανεπιθύμητη εμφάνιση ενός ποσοστού του σήματος της μίας γραμμής στην άλλη. Συνακρόαση εννοούμε γενικά κάθε ανεπιθύμητη μεταφορά ενέργειας από ένα κύκλωμα (παρενοχλούν) σε ένα άλλο κύκλωμα

(παρενοχλούμενο). Διακρίνεται σε δυο κατηγορίες: Παραδιαφωνία (Near End Crosstalk) και αντιδιαφωνία (Far End Crosstalk). Το Near End Crosstalk – NEXT συμβαίνει όταν ο εκπομπός στέλνει ένα σήμα κι ένας κοντινός δέκτης στο ίδιο άκρο της σύνδεσης, « ακούει » το σήμα. Η συγκεκριμένη κατηγορία crosstalk είναι η πιο σημαντική, γιατί ένα σήμα υψηλής ενέργειας μπορεί να προκαλέσει σημαντική μεταβολή στο πρωτεύον σήμα. Η δεύτερη μορφή είναι το Far End Crosstalk – FEXT στο οποίο δέκτης στο άλλο άκρο της σύνδεσης ακούει το σήμα. Η κατηγορία αυτή δεν είναι τόσο σημαντική, αφού το σήμα εξασθενεί καθώς διασχίζει τη γραμμή.

Για την αντιμετώπιση του crosstalk κάποια DSL συστήματα χρησιμοποιούν διαφορετικό φάσμα συχνοτήτων για τα σήματα εκπομπής και λήψης. Αυτή η τεχνική διαχωρισμού των συχνοτήτων αναφέρεται σαν Πολύπλεξη Διαιρουμένων Συχνοτήτων (Frequency Division Multiplexing – **FDM**) η οποία αναλύεται παρακάτω (5.3). Το πλεονεκτήμα των συστημάτων που χρησιμοποιούν FDM είναι ότι εξαλείφει το NEXT αφού το σύστημα δεν λαμβάνει στο ίδιο πεδίο συχνοτήτων στο οποίο εκπέμπει το γειτονικό σύστημα. Βέβαια παραμένει το FEXT το οποίο όμως εξασθενίζει και δεν υπάρχει ουσιαστικά πρόβλημα ανάμιξης του, αφού η προέλευση του FEXT σήματος είναι το μακρινό άκρο του βρόγχου. [24]

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται καθαρά το σημείο επίδρασης του Near End και Far End Crosstalk.



Σχήμα 5.2: Παραδιαφωνία (NEXT) – Αντιδιαφωνία (FEXT) [24]

Ωστικός - Παλμικός Θόρυβος (Impulsive Noise)

Αναφέρεται σε απρόσμενα σήματα υψηλού πλάτους. Προκαλείται από θορύβους που συνήθως δημιουργούν οι διακόπτες μετατροπής στα κέντρα ελέγχου, οι τριγμοί των πινάκων, το κουδούνισμα τηλεφώνου, οι αστραπές που πέφτουν κοντα σε γραμμές, ίσως γειτονικοί σιδηροδρομικοί σταθμοί, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, ανελκυστήρες. Τα χαρακτηριστικά του ωστικού θορύβου εξαρτώνται από τον τύπο διακόπτη που χρησιμοποιείται και είναι επομένως συγκεκριμένος για κάθε χώρα και ακόμη και θέση. Λόγω των αιχμηρών ακίδων, τα ωστικά φάσματα θορύβου είναι συγκριτικά επίπεδα πέρα από το εύρος ζώνης σήματος του xDSL (τα σήματα ADSL περιορίζονται σε μια μέγιστη συχνότητα περίπου 1 MHz). Ήταν υπολογισμένο ότι το μέγιστο επίπεδο στις ενεργές γραμμές μπορεί να υπερβεί 200 V και ότι τα μέγιστα επίπεδα μέχρι 60 mV μπορούν να συνδεθούν με τα ανενεργά ζευγάρια μέσω NEXT. Ο ωστικός θόρυβος μπορεί να αλλοιώσει το σήμα πέρα από την αναγνώριση. Η τεχνική Interleaved που χρησιμοποιεί το ADSL ελαχιστοποιεί τα λάθη που προκαλούνται από αυτού του είδους τον θόρυβο. [24]

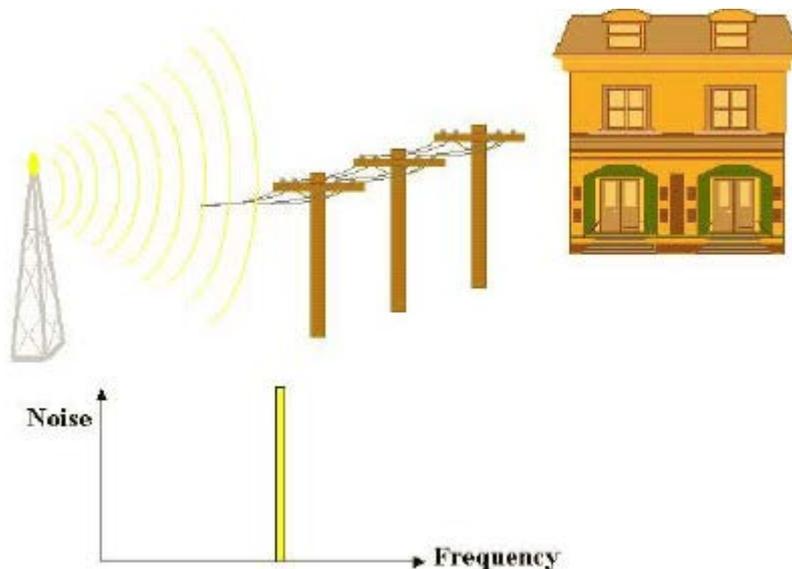
Λευκός θόρυβος

Ο λευκός θόρυβος έχει πολλές προελεύσεις και είναι σχεδόν αναπόφευκτος. Αυτό σημαίνει ότι ακόμα κι αν όλες οι πηγές θορύβου και παρεμβολής μπορούν να αποκοπούν θα υπάρχει ακόμα (λευκός) θόρυβος υποβάθρου που θα περιορίσει την απόδοση συστημάτων. [24]

Παρεμβολές Ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Interference)

Είναι τα ανεπιθύμητα σήματα που προέρχονται από ηλεκτρομαγνητικά πεδία κεραιών εκπομπής όπως ραδιόφωνο τηλεόραση κ.α. Αν και παρουσιάζεται συνήθως στα εναέρια καλώδια, που βρίσκονται κυρίως σε αγροτικές περιοχές, υπάρχει η αντίστοιχη νομοθεσία η οποία περιορίζει την ισχύ του σήματος εκπομπής.

Ευτυχώς το ADSL χρησιμοποιεί την τεχνική DMT σύμφωνα με την οποία το σύστημα λειτουργεί στα επιτρεπτά όρια. [24]

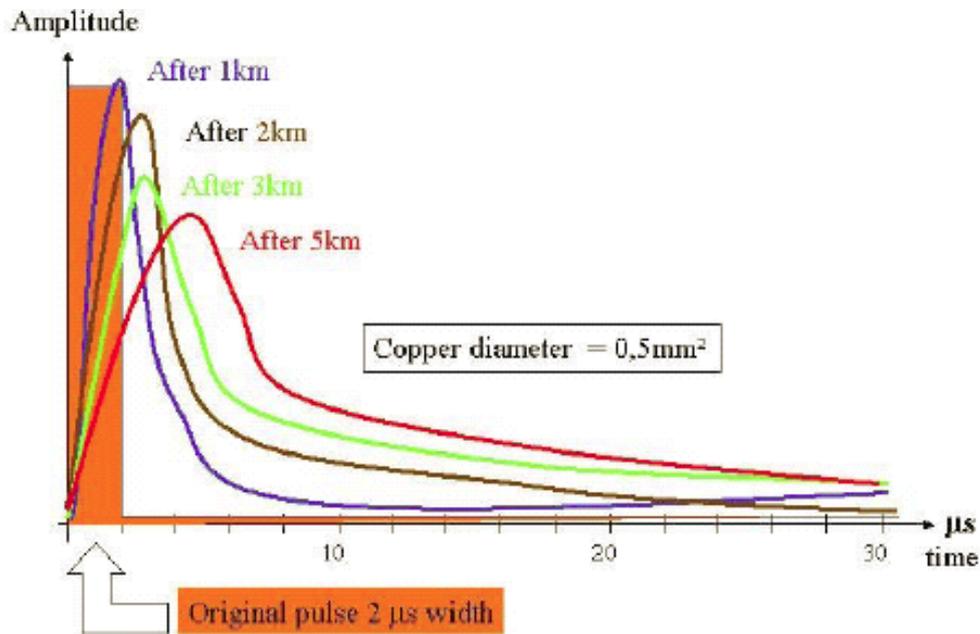


Σχήμα 5.3: Παρεμβολή Ραδιοσυχνοτήτων [24]

5.3 Παλμική Διασπορά

Ένα ακόμη πρόβλημα που παρουσιάζεται στα δίκτυα μεταφοράς δεδομένων μέσω των χάλκινων γραμμών είναι η διασπορά παλμού (pulse dispersion). Ανεξάρτητα από τον θόρυβο, η αύξηση της απόστασης διαφοροποιεί τους παλμούς που φτάνουν στο τέρμα της γραμμής από το αρχικό σήμα. Ο παλμός "απλώνεται" όσο ταξιδεύει στον χαλκό. Το φαινόμενο ονομάζεται διασπορά παλμού και το

παρακάτω σχήμα δείχνει τι συμβαίνει σε ένα τετραγωνικό παλμό 2μs ανάλογα με την απόσταση που διανύει. [24]



Σχήμα 5.4: Διασπορά παλμού[24]

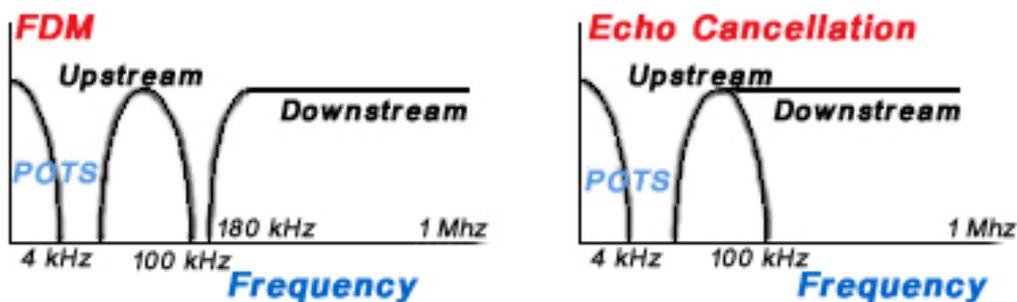
5.4 Διασυμβολική Παρεμβολή (ISI)

Για το φαινόμενο της διασποράς υπεύθυνη είναι η συχνότητα και εξαρτάται από το κανάλι που μεταφέρει την λειτουργία. Αυτό ονομάζεται και ISI . Για τον περιορισμό του εύρους η γραμμικότητα των καναλιών της συχνότητας εξαρτάται από την εξασθένηση και την καθυστέρηση. Ο παλμός διαδίδεται και εκτείνεται με διαφορετικό βαθμό μετάδοσης ο οποίος επεμβαίνει με άλλους παλμούς εξαιτίας των λαθών στην διαδικασία ανίχνευσης. Αυτό το φαινόμενο χειροτερεύει την κατάσταση για σύντομους παλμούς και επιφέρει περιορισμούς για την υψηλή μετάδοση δεδομένων . Το ISI μπορεί μερικά να περιοριστεί χρησιμοποιώντας εξωτερικούς ισοσταθμιστές καναλιών. Πρέπει όμως να λάβουμε υπ' όψιν ότι όσο η ισοστάθμιση τόσο και η ενίσχυση καθορίζεται από την ποιότητα του λαμβανομένου σήματος .[29]

5.5 Τεχνικές αντιμετώπισης της εξασθένισης (FDM-EC)

Στο xDSL τα upstream και downstream κανάλια στέλνονται στο ίδιο καλώδιο. Οι τεχνικές FDM (Frequency Division Multiplexing) και EC (Echo Cancellation) είναι δυο διαφορετικοί τρόποι που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της εξασθένισης.

Στην τεχνική FDM οι χαμηλές συχνότητες, αμέσως μετά τις ακουστικές που χρησιμοποιούνται για το τηλέφωνο, προορίζονται για το κανάλι επιστροφής (upstream) ενώ το υπόλοιπο, κοντά μέχρι το 1MHz (στο ADSL), για το γρήγορο κανάλι (downstream). Με την τεχνική Echo Cancellation το ένα κανάλι επικαλύπτει το άλλο. [24]



Σχήμα 5.5: Τεχνικές FDM και EC [24]

Η τεχνική EC δίνει 2dB μικρότερη εξασθένιση του σήματος αλλά παρουσιάζει το φαινόμενο Self-NEXT (παρόμοιο με αυτό της παραδιαφωνίας) το οποίο δεν εμφανίζεται στο FDM. Το FDM χρησιμοποιεί μεγαλύτερο φάσμα συχνοτήτων με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη εξασθένιση του σήματος στις υψηλότερες συχνότητες.

Το ADSL standard δίνει την δυνατότητα της χρησιμοποίησης και των δυο μεθόδων διαχωρισμού των καναλιών, και το modem επιλέγει κατά την εκκίνησή του. Το FDM προτιμάτε από τους περισσότερους οίκους ως ο μοναδικός τρόπος διαχωρισμού αφού για την υλοποίησή του χρειάζονται λιγότερο πολύπλοκα ηλεκτρονικά.[24]

6 Εφαρμογές που χρησιμοποιούν 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 τις τεχνολογίες xDSL.

Πολλές από τις εφαρμογές αυτές 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 ιδεώδεις επιλογές 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 ή δικατευθυντικό σύνδεσμο, όπως η αλληλοσύνδεση σε LAN και η διάσκεψη μέσω video.[19]



Σχήμα 6.1: Χρήση μερικών υπηρεσιών μέσω διαδικτύου πριν και μετά το ADSL.

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. Επιπλέον, αφού γίνονται εγγραφές πελατών, παρέχουν ενσωματωμένη ασφάλεια για την προστασία διαφόρων συναλλαγών που γίνονται μέσω υπολογιστή. Γι' αυτό οι παρακάτω εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις τεχνολογίες xDSL.[20]

6.1 Υψηλής ταχύτητας πρόσβαση στο Internet και εργασία στο σπίτι

Εκατομμύρια ανθρώπων εγγράφονται συνδρομητές στο Internet με σύνδεση στο σπίτι τους κάθε χρόνο. Το ποσοστό εγγραφής αυξάνεται κατά 40% 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 1.544 Mbps, η απόδοση γίνεται περίπου 50 φορές μεγαλύτερη από αυτή με ένα παραδοσιακό modem. Γραφικά ή μεγάλα αρχεία μεταφέρονται μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα.[5]

6.2 Εφαρμογές κατόπιν ζήτησης (Applications on demand)

Επίσης μια σημαντική κατηγορία εφαρμογών που πρόκειται να εμφανιστούν είναι εφαρμογές κατόπιν ζήτησης ,on demand. Στην περίπτωση αυτή ανήκουν διάφορες εφαρμογές που ζητούνται από τους χρήστες, χρεώνονται από την υπηρεσία και με κατάλληλη κωδικοποίηση μεταδίδονται. Τέτοιες συνήθεις εφαρμογές είναι ταινίες (movies), μουσικά αρχεία, παιχνίδια ή software για χρήση. [20]

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 ενός αμφίδρομου καναλιού οι απομακρυσμένοι μαθητές μπορούν να συμμετάσχουν ενεργά στο μάθημα.[16]

Ηλεκτρονικό Εμπόριο

Με τον όρο e-commerce περιγράφεται το ηλεκτρονικό εμπόριο, δηλαδή η διάθεση και αγοραπωλησία προϊόντων ηλεκτρονικά. Ο τομέας αυτός έχει γνωρίσει μεγάλη άνθηση σε όλο τον κόσμο και εξαπλώνεται και στην Ελλάδα. Ήδη υπάρχουν πολλά ηλεκτρονικά καταστήματα (ελληνικά αλλά και ξένα) και η απήχυσή τους στον κόσμο ολοένα και διευρύνεται. Στην νέα εποχή των ευρυζωνικών δικτύων, που θα έχει πρόσβαση πολύ μεγάλη μερίδα του πληθυσμού, αναμένεται να γνωρίσουν ιδιαίτερη άνθηση, αφού παρέχουν ένα εύχρηστο και γρήγορο τρόπο για πραγματοποίηση αγορών. Το σημείο που πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα είναι η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα (privacy) που πρέπει να παρέχουν ώστε να πείσουν τους χρήστες (τον πληθυσμό της χώρας) για την ασφάλεια των συναλλαγών. [26]

Τηλε-Ιατρική

Παράλληλα μια κατηγορία εφαρμογών με μεγάλη κοινωνική κυρίως σημασία είναι οι εφαρμογές τηλε-ιατρικής. Στον τομέα αυτό εντάσσονται εφαρμογές που επιτρέπουν διάγνωση ασθενειών και

εξέταση ασθενών από απόσταση όπως και εφαρμογές ρομποτικής για πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων. [26]

Εφαρμογή	IDSL ISDN Digital Subscriber Line (128 Kbps duplex)	SDSL/HDSL Symmetric or High bit Rate Digital Subscriber Line (up to 2.0 Mbps duplex)	ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line (up to 8.0 Mbps downstream , 1 Mbps upstream)	VDSL Very high bit Rate Digital Subscriber Line (up to 52 Mbps downstream, 1.5 Mbps upstream)
Πρόσβαση σε μακρινό LAN	√	√	√	
Πρόσβαση στο Internet	√	√	√	
Website Hosting		√		
Διάσκεψη μέσω video		√		
Video-on-demand			√	√
Business Office Packages	√	√		
Small Office Packages (πολλοί χρήστες)		√	√	
Home Office Packages (ένας χρήστης)	√	√	√	
Πλήρεις υπηρεσίες δικτύωσης				√

Πίνακας 5:Μερικές εφαρμογές που χρησιμοποιούν οι τεχνολογίες xDSL.

Τηλεδιάσκεψη

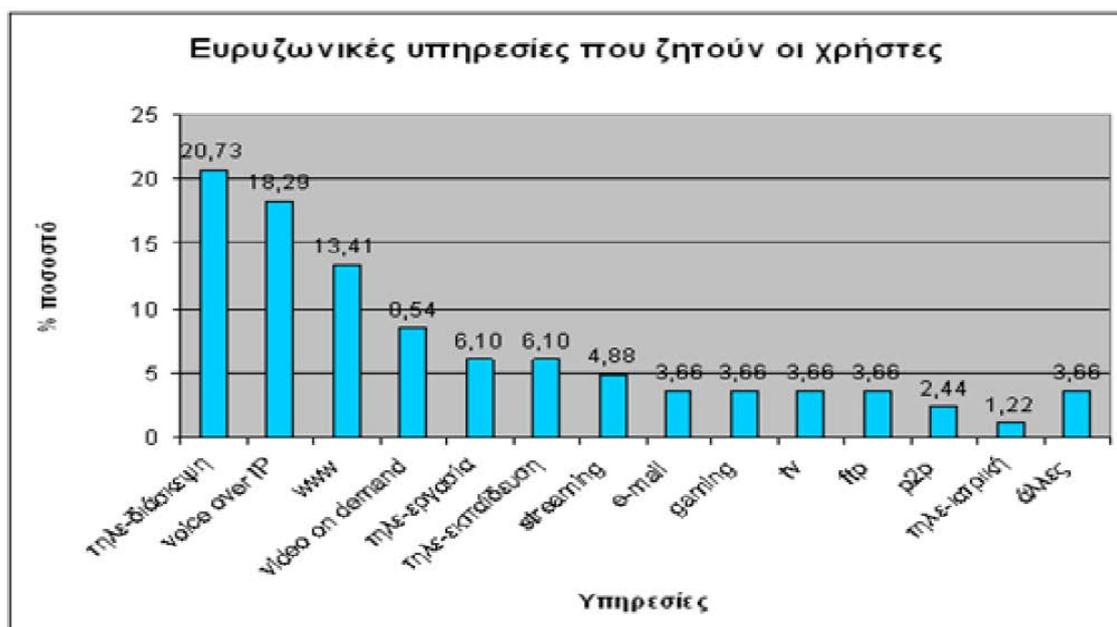
Η τηλεδιάσκεψη είναι ένας νέος σύγχρονος τρόπος επικοινωνίας μεταξύ γεωγραφικά απομακρυσμένων συνομιλητών μέσω video, ήχου, δεδομένων. Μπορούμε να ακούμε, να βλέπουμε και να ανταλλάσσουμε πληροφορίες με οποιονδήποτε από το γραφείο ή το σπίτι, αρκεί να υπάρχει κατάλληλος εξοπλισμός.

Η επικοινωνία μεταξύ των συνομιλητών πραγματοποιείται μέσω του διαδικτύου (Internet). Οι απαιτήσεις της υπηρεσίας αυτής είναι σημαντικές με αποτέλεσμα η λειτουργία της να είναι εφικτή μόνο με

την χρήση ευρυζωνικών δικτύων επικοινωνίας. Η τεχνολογία αυτή αποτελεί ιδανικό τρόπο επικοινωνίας ιδιαίτερα στην περιοχή της Ελλάδας λόγω της γεωγραφικής της μορφολογίας (νησιά) όπου οι μεταβάσεις είναι δύσκολες και χρονοβόρες. [26]

Υπηρεσίες τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP)

Ανέκαθεν το internet χρησιμοποιούταν για τη μεταφορά φωνής σε πραγματικό χρόνο. Από τη στιγμή που η φωνή μεταδίδεται στο δίκτυο με τη μορφή δεδομένων, όσο πιο γρήγορη είναι η σύνδεσή μας τόσο πιο ομαλά και χωρίς προβλήματα μεταδίδεται και η φωνή. Είναι δηλαδή εφικτή η μετάδοση της και σε αργά δίκτυα, όπως PSTN και ISDN, με τις ανάλογες συνέπειες στην ποιότητα. Αυτό το πρόβλημα λύνεται από γρήγορες συνδέσεις όπως η ADSL και γιαυτό οι υπηρεσίες μεταφοράς φωνής μέσω του διαδικτύου είναι καλό να συνδυάζονται και με μια γρήγορη σύνδεση. Το πρωτόκολλο VoIP βασίζεται στην μετατροπή του ήχου σε δεδομένα και στην αποστολή τους σε πακέτα του γνωστού πρωτοκόλλου IP (internet protocol). [26]



Σχήμα 6.2: Ευρυζωνικές υπηρεσίες που ζητάν οι χρήστες [26]

7 Το ADSL στην Ελλάδα και παγκόσμια

7.1 Προϋποθέσεις

Το DSL είναι γεγονός στην χώρα μας. Ο Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών Ελλάδας και κάποιες από τις ελάχιστες ιδιωτικές εταιρίες παροχής υπηρεσιών Internet και τηλεφωνίας (όπως η Tellas , η Forthnet, η Vivodi) παρέχουν κυρίως τεχνολογία ADSL στο ευρύτερο κοινό. Άλλοτε όμως το δίκτυο δεν πληρεί τις προϋποθέσεις για την παροχή ADSL κι άλλοτε ο ΟΤΕ δεν μπορεί να μας παρέχει γιατί εξαντλήθηκαν οι γραμμές!

Οι προϋποθέσεις που απαιτούνται προκειμένου να ικανοποιηθεί το αίτημα για τη χορήγηση της πρόσβασης ADSL είναι οι εξής:

- i. Η πρόσβαση ADSL εγκαθίσταται σε PSTN ή ISDN - BRA τηλεφωνική σύνδεση που λειτουργεί, την οποία ο πελάτης έχει προμηθευτεί από τον ΟΤΕ. Κατάργηση της PSTN ή ISDN - BRA τηλεφωνική σύνδεσης συνεπάγεται και την κατάργηση της ADSL πρόσβασης. Η ADSL πρόσβαση παρέχεται με δεδομένο ότι ο πελάτης δεν έχει χρεωστικές οφειλές στον ΟΤΕ.
- ii. Να υπάρχει εγκατεστημένο DSLAM στο αστικό κέντρο ΟΤΕ που ανήκει η τηλεφωνική σύνδεση του πελάτη και το οποίο να έχει διαθέσιμες πόρτες. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει διαθεσιμότητα πορτών στο οικείο DSLAM, τότε το αίτημα παραμένει σε εκκρεμότητα και διαχειρίζεται εκ νέου όταν προστεθούν επιπλέον πόρτες.
- iii. Η τηλεφωνική σύνδεση του πελάτη να λειτουργεί σε χαλκό. Σε περίπτωση που η τηλεφωνική σύνδεση δεν λειτουργεί σε χάλκινο ζεύγος (π.χ. PCM2,4,11,30 ή ONU ή

και άλλες περιπτώσεις), θα εξετάζεται κατά περίπτωση η δυνατότητα μετατροπής της γραμμής σε χαλκό.[22]

7.2 Κόστος

Οι τιμές στο κόστος πρόσβασης στο Internet σε υψηλές ταχύτητες μέσω συνδέσεων ADSL συνέχεια μειώνονται. Η ΟΤΕnet, όπως και οι πάροχοι, εισήγαγε πακέτο Conn-x που περιέχει όλο τον εξοπλισμό DSL, δηλαδή splitter και DSL modem. Συγκεκριμένα, παρέχει:

- Πρόσβαση ADSL χωρίς χρονικές δεσμεύσεις υψηλές ταχύτητες και συνεχή πρόσβαση internet 24 ώρες το 24ωρο, χωρίς χρονοχρέωση ΕΠΑΚ
- Internet (Με επιλογή του πακέτου που σας εξυπηρετεί)
- Υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας στη σύνδεση internet (e-mail, web hosting...)
- Modem / Router υψηλής ποιότητας και δυνατοτήτων από αναγνωρισμένους τηλεπικοινωνιακούς οίκους. (Με Ethernet & USB πόρτες για σύνδεση περισσότερων υπολογιστών, firewall για ασφάλεια)
- Όλο τον απαραίτητο εξοπλισμό για την εγκατάσταση της υπηρεσίας (Drivers, Καλώδια, CD σύνδεσης Internet Filter ή Splitter)
- Πλήρεις οδηγίες εύκολης εγκατάστασης εξοπλισμού, πρόσβασης & πρόσβασης Internet
- Εξυπηρέτηση από εξειδικευμένο Help Desk (1242 με αστική χρέωση από όλη την Ελλάδα)

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τιμές αυτές δεν συμπεριλαμβάνουν το πάγιο μηνιαίο τέλος της τηλεφωνικής γραμμής (PSTN ή ISDN-BRA)

Conn-x ADSL Προσβάσεις	Τέλος Ενεργοποίησης	Μηνιαίο τέλος
384 Kbps/ 128 Kbps*	41,64 €	18,92 €
512 Kbps/ 128 Kbps*	41,64 €	23,68 €
1024 Kbps/ 256 Kbps*	41,64 €	39,15 €

Ενώ για την πρόσβασή μας στο Internet μας προτείνει μία από τις παρακάτω συνδρομές ΟΤΕnet:

OnDSL Home	HOME 384	HOME 512	HOME 1024
Αορίστου	22,49 € /μήνα	35,58 € /μήνα	47,48 € /μήνα
3μηνη	67,71 €	106,98 €	142,68 €
6μηνη	128,40 €	203,37 €	271,20 €
12μηνη	242,64 €	384,25 €	512,77 €

Η Hellas On Line με την νέα υπηρεσία HOL Home AnyDSL, η οποία βασίζεται στην αρχή του μοντέλου pay-as-you-go, καθώς δεν απαιτεί μηνιαίο πάγιο και η χρέωση γίνεται ανάλογα με τη χρήση της υπηρεσίας έχει το πακέτο BroadbandPack που περιλαμβάνει:

- Εξοπλισμό (modem/router), τον μόνο με υποδοχή που μετατρέπει ένα απλό τηλέφωνο σε VoIP τηλέφωνο.
- Φίλτρο (για PSTN γραμμές) ή Splitter (για ISDN γραμμές)
- Πρόσβαση στο Internet (σύνδεση AnyAccess) σε όποια ταχύτητα επιλέξετε
- Μηνιαία και Εφάπαξ Τέλη κυκλώματος ADSL
- CD ROM με οδηγίες χρήσης και εγκατάστασης
- Τηλεφωνία (VoIP) eVoice και 3€ δωρεάν χρόνο ομιλίας για να την γνωρίσετε καλύτερα

Πακέτο	Ταχύτητα	Κύκλωμα ADSL	Πρόσβαση	Τιμή/μήνα
HOL BroadbandPack Economy	384 kbps	384kbps	με ογκοχρέωση	18€ ⁽¹⁾
HOL BroadbandPack Economy 2000	384 kbps	384kbps	με ογκοχρέωση	23€ ⁽²⁾
HOL BroadbandPack 100	128 kbps	128kbps	Απεριόριστη	25 €
HOL BroadbandPack 200	256 kbps	384kbps	Απεριόριστη	32 €
HOL BroadbandPack 300	384 kbps	384kbps	Απεριόριστη	39 €
HOL BroadbandPack 500	512 kbps	512kbps	Απεριόριστη	49 €
HOL BroadbandPack 1000	1024 kbps	1024kbps	Απεριόριστη	85 €

[Πηγές: Ιστοσελίδες εκάστοτε ISPs]

Η Tellas από την πλευρά της, προχώρησε στο πακέτο «TellasADSLInternet» που προσφέρει :

Ενεργοποίηση Γραμμής ADSL	ΔΩΡΕΑΝ *		
Εξοπλισμός (ADSL Modem ή Router, Splitter ή Filter)	ΔΩΡΕΑΝ *		
Tellas ADSL Internet			
Ταχύτητα Download/Upload	Μηνιαία Συνδρομή		
	Γραμμή ADSL	Internet	Συνολική Χρέωση
384 Kbps/128 Kbps	14,95 €	14,95 €	29,90 €
512 Kbps/128 Kbps	18,95 €	18,95 €	37,90 €
1024 Kbps/256 Kbps	29,95 €	29,95 €	59,90 €

Όλες οι αναφερόμενες τιμές δεν περιλαμβάνουν ΦΠΑ.

* Ισχύει μόνον εφόσον ο συνδρομητής έχει ζητήσει γραμμή ADSL από την Tellas.

Η FORTHnet, μεταξύ άλλων εισήγαγε την υπηρεσία ADSL in-a-box που προσφέρει :

- Με 18,17€ το μήνα (συνδρομή Internet και πάγιο γραμμής ADSL χωρίς ΦΠΑ) για 6 μήνες, όλα πληρωμένα
- Χωρίς μακροχρόνιες δεσμεύσεις
- Ελευθερία στην ανανέωση με πληθώρα επιλογών - από 21,88€ το μήνα όλα πληρωμένα. Τώρα και δυνατότητα αυτόματης ανανέωσης μετά την λήξη της συνδρομής σας.
- Δωρεάν εξοπλισμός και ενεργοποίηση γραμμής
- Δωρεάν οι υπηρεσίες ασφάλειας My Security
- Χωρίς περιορισμούς όγκου ή χρόνου
- Με 4 ώρες δωρεάν αστικές κλήσεις το μήνα μέσω της υπηρεσίας FORTHnet Telephony
- Εύκολη & άμεση αγορά χωρίς διαδικασίες και δικαιολογητικά

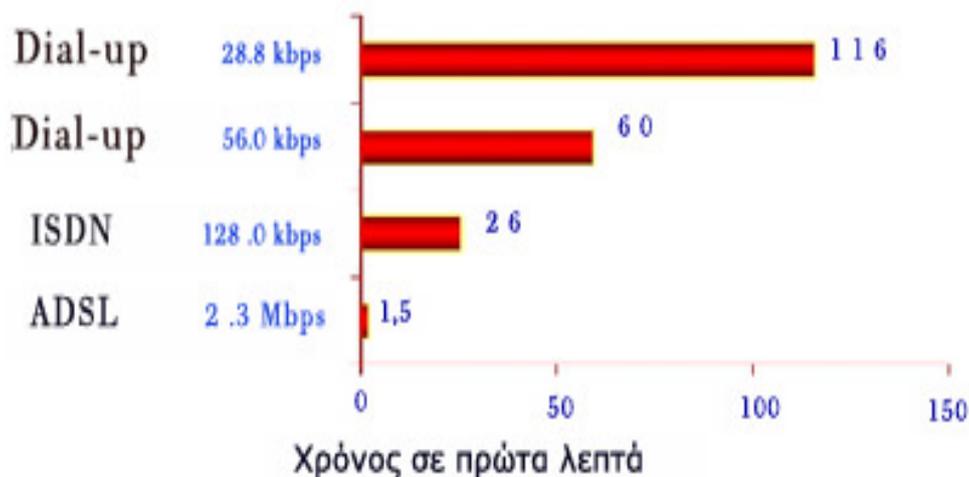
Τέλος, η Vivodi Telecom προχώρησε στο πακέτο DSLcube που περιλαμβάνει:

- ADSL πρόσβαση και Internet για 3 μήνες + 2 δώρο με € 99
- Εξοπλισμό υψηλών προδιαγραφών (ADSL modem/router), συμβατό με γραμμές PSTN/ISDN και υποστήριξη των λειτουργικών συστημάτων Windows/OSX/Linux κ.α.
- Το τέλος ενεργοποίησης της ADSL πρόσβασης
- Πέντε (5) e-mail accounts και WebMail
- Δυνατότητα χρήσης static IP και υπηρεσιών Web Hosting

[Πηγές: Ιστοσελίδες εκάστοτε ISPs]

Κάποιοι ISPs εκτιμούν ότι οι κινήσεις αυτές θα συμβάλλουν στην αύξηση του ποσοστού διείσδυσης του Internet στη χώρα μας, κάποιοι άλλοι πάλι όχι. Το σίγουρο πάντως, είναι ότι με τον πόλεμο τιμών ευνοείται ο τελικός χρήστης – καταναλωτής, αρκεί βέβαια να διαθέτει αρκετή υπομονή ούτως ώστε να κάνει όλους τους απαραίτητους υπολογισμούς και να καταλήξει στην πιο συμφέρουσα λύση.

Στο σημείο αυτό αξίζει να δούμε αν τελικά τα χρήματα που θα δαπανήσουμε για την απόκτηση μιας σύνδεσης DSL συμβαδίζουν με την υποσχόμενη ταχύτητα πρόσβασης στο διαδίκτυο.



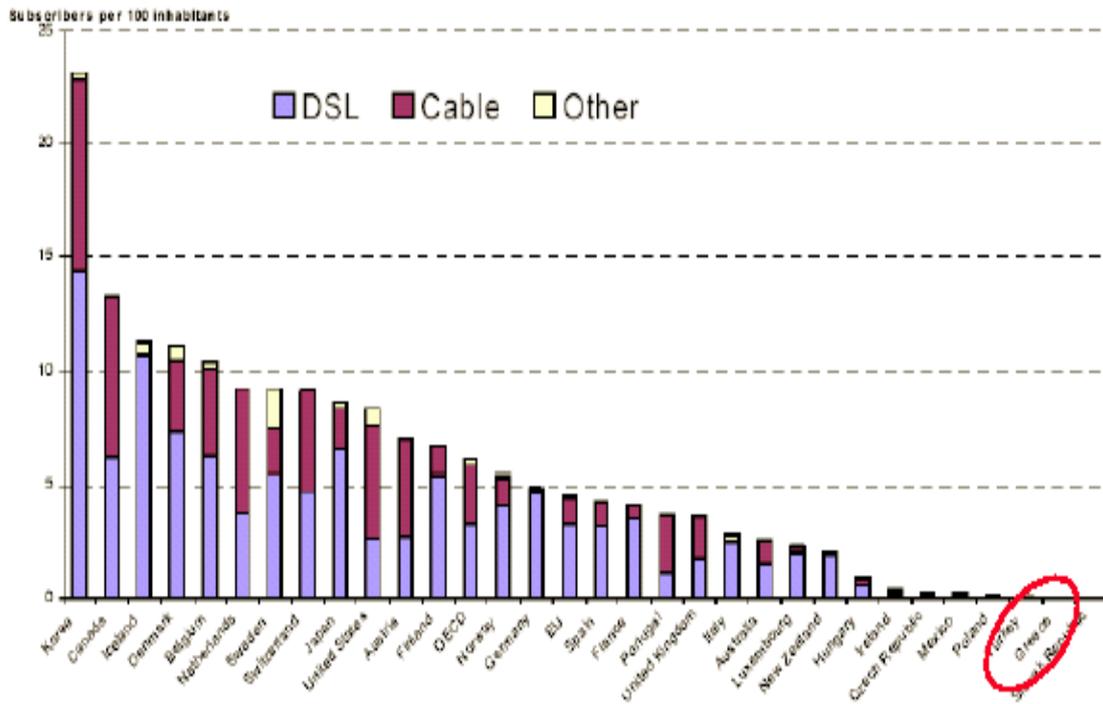
Σχήμα 7.1: Χρόνος (σε λεπτά) που απαιτείται για το "κατέβασμα" αρχείου μεγέθους 25 MB.

Οι επιδόσεις της xDSL τεχνολογίας μπορεί να δαμάζουν τον καθένα από εμάς, οι τιμές όμως δεν ευνοούν το αγοραστικό κοινό να γίνει κάτοχός αυτής. Έτσι λοιπόν, είμαστε παρά πολύ πίσω από πλευράς διείσδυσης της νέας αυτής τεχνολογίας αν λάβουμε υπόψη ότι το adslforum έχει την Ελλάδα προτελευταία στους πίνακές του, ανάμεσα σε 32 χώρες και μπρόστα από εμάς να βρίσκεται ακόμα και η Τουρκία! Αλλά ακόμα και σε σύγκριση με την Ευρωπαϊκή Ένωση

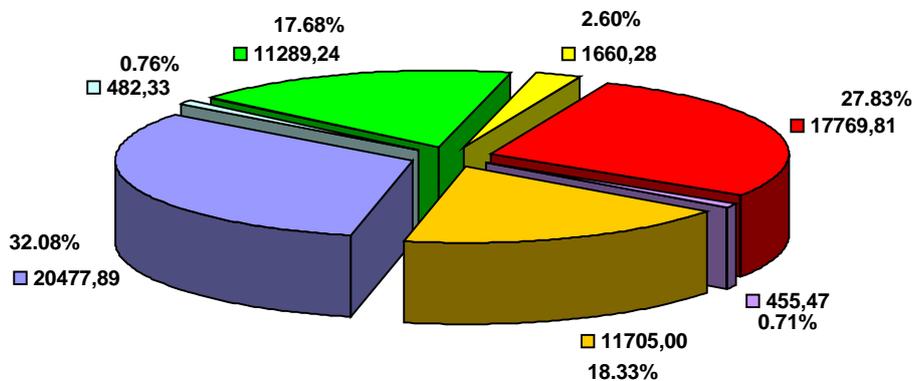
των 25 χωρών, η Ελλάδα είναι η τελευταία χώρα όσον αφορά την ανάπτυξη και διείσδυση ευρυζωνικών δικτύων και την παροχή «γρήγορου Internet» τεχνολογίας xDSL.



Ας δούμε τι συμβαίνει στον υπόλοιπο κόσμο.



Subscribers by Region
December 2003
(000's and %)



North America	Latin America & Carib	Western Europe	Eastern Europe
South and East Asia	Asia-Pacific	Middle East and Africa	

Σχήμα 7.2: Πίτα με ποσοστό επί τοις εκατό συνδρομητών ανά περιοχή.[1]

8 Επίλογος

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 με αυτή που παρατηρείται διεθνώς και με καλύτερη προσέγγιση με 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 Αμερικάνικη, τα περιθώρια ανάπτυξης και ο αναμενόμενος ρυθμός είναι πολύ μεγαλύτερα. Το κατά πόσο η ανάπτυξη αυτή θα επηρεάσει και την τεχνολογία xDSL εξαρτάται πλέον από το κόστος της υπηρεσίας που υπάρχει από τις εταιρείες παροχής τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Όσο ο αριθμός των γραμμών xDSL γίνεται ικανοποιητικός και το κόστος τους λογικό, το ποσοστό διείσδυσης αναμένεται να ακολουθήσει τα αντίστοιχα ποσοστά διείσδυσης στην Αμερικάνικη και πολύ περισσότερο στην Ευρωπαϊκή αγορά.

Η ανάγκη για ευρυζωνική πρόσβαση στην Ελλάδα, είναι εξίσου δεδομένη όπως ακριβώς και στις άλλες χώρες. Τα πλεονεκτήματα από την εξάπλωση και χρήση των νέων τεχνολογιών θα αποτελέσουν ουσιαστικό εργαλείο για ανοιχτή και αποτελεσματική διακυβέρνηση καθώς και για τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων. Επιπρόσθετα, θα δημιουργήσουν νέες μορφές εργασίας, νέες δεξιότητες και θα διασφαλίσουν τη συνεχή κατάρτιση και δια βίου μάθηση των πολιτών. Ταυτόχρονα, θα συμβάλουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής με την παροχή προηγμένων υπηρεσιών υγείας, μεταφορών και προστασίας του περιβάλλοντος. Η εξάπλωση

και χρήση της ευρυζωνικότητας αναμένεται να αυξήσει την αποδοτικότητα και την ποιότητα της παροχής υπηρεσιών στην κοινωνία, τον πολιτισμό και την οικονομία και ταυτόχρονα να εξασφαλίσει οικονομίες κλίμακας.

Με δεδομένο πως στο σχέδιο δράσης eEurope 2005 η ευρυζωνική πρόσβαση θα είναι σημαντική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οδηγούμαστε στην κατεύθυνση της υλοποίησης και εφαρμογής πρακτικών για την εξάπλωση και χρήση της στην Ελλάδα. Η χώρα πρέπει να είναι έτοιμη ώστε σε σύντομο χρονικό διάστημα να μπορεί να προσφέρει σε όλους τους πολίτες και τις επιχειρήσεις πρόσβαση σε προηγμένες και ευρυζωνικές Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) προκειμένου να εξασφαλισθεί η ισότιμη συμμετοχή όλων στη κοινωνία της γνώσης.

[30]

9 Βιβλιογραφία

1. <http://www.adsl.org>
2. <http://www.analog.com/publications/whitepapers/products/xDSL.html>
«Status & Issues in xDSL».
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.
4. http://portal.etsi.org/tm/kta/xdsl/xdsl_tutorial.asp Site με τίτλο «Tutorial on xDSL technologies». Περιγράφει τις DSL τεχνολογίες - χαρακτηριστικά και εφαρμογές- και στη συνέχεια της συγκρίνει.
5. <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.
6. <http://www.dsllife.com>
7. <http://www.aware.com/glossary/> Λεξικό της Aware που εξηγεί και αναλύει σχεδόν το σύνολο των εννοιών της DSL τεχνολογίας.
8. <http://www.virata.com> PDF της εταιρείας VIRATA 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.tcom.auth.gr/isdn/technologies/dsl-tutorial.html> Ιστοσελίδα του ΑΠΘ με θέμα «ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ DSL-(DSL TUTORIAL)»
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.
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.
12. <http://www.i-choice.cyta.com.cy/greek/teχνologia.php> Site με τίτλο «Τεχνολογία ADSL – Γενικές Πληροφορίες για ADSL»
13. http://www.kentrox.com/solutions/cellworx/wp/xdsl_comp/xDSL.html «xDSL Comparison Guide»
14. <http://www.adsl.com> Site του DSL forum με τίτλο «xDSL Tutorial». Αναφέρει όλες τις τεχνολογίες xDSL και πως προκύπτουν, τις τεχνολογίες διαμόρφωσης και τι πρότυπα έχουν προταθεί για καθ' ένα.
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/undergroid/etd/11/assymetric.htm> Εργασία με τίτλο «Ασυμμετρικές Τεχνολογίες (xDSL)» των Β.Μπαταγκιώνης, Π. Χιώτης, Α. Δαββέτας.
17. <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.
18. PDF της εταιρείας Orckit με τίτλο «The Business Case for VDSL: A White Paper».
 19. <http://www.nwfusion.com/newsletters/nsm/0405nm2.html> Άρθρο με τίτλο «Marrying service mediation systems & DSL business cases» του John Morency.
 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://tech.flash.gr/technical/help/2000/11/6/1522id/> άρθρο του Αντώνη Σιμωνίδη στο Flash.gr με τίτλο «Τεχνολογία - Το DSL σε σύγκριση με τις άλλες τεχνολογίες»
 22. Βασική Εγκύκλιος του ΟΤΕ για τη λιανική διάθεση των ADSL προσβάσεων - Ιούνιος 2003
 23. Εγχειρίδιο ΟΤΕ "ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΠΕΛΑΤΩΝ ΜΕ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ADSL"
 24. <http://www.anco.gr> Εγχειρίδιο χρήσης Alcatel ADSL.
 25. www.i-hsc.gr ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ DSL του Βάϊου Κουβέλη
 26. <http://www.adslhelp.gr/>
 27. <http://www.dslreports.com/>
 28. <http://www.dslforum.org/>
 29. <http://www.adslgr.com/>
 30. <http://ru6.cti.gr/broadband>