



Τ.Ε.Ι ΗΠΕΙΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΙΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ DSL Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ VDSL

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

Αντωνιάδης Νικόλαος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Ph. D. Univ. of Michigan (Ην.
Πολ. Αμερικής)

ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ

Γουλαγιάννης Κωνσταντίνος A.M : 977

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα σχημάτων και πινάκων.....	4
Ευχαριστίες.....	6
Πρόλογος.....	7
Γλωσσάριο.....	8
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	11
1.1 Γενικά στοιχεία.....	11
1.2 Τεχνολογίες xDSL.....	12
1.2.1 Η τεχνολογία ADSL.....	12
1.2.2 Η τεχνολογία HDSL.....	12
1.2.3 Η τεχνολογία SDSL.....	13
1.2.4 Η τεχνολογία VDSL.....	13
Κεφάλαιο 2 : Περιγραφή των xDSLτεχνολογιων.....	13
2.1 Περιγραφή της τεχνολογίας ADSL.....	13
2.2 Περιγραφή της τεχνολογίας RADSL.....	15
2.2.1 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας RADSL.....	15
2.2.2 Αξιολόγηση της τεχνολογίας RADSL.....	16
2.3 Περιγραφή της τεχνολογίας UDSL.....	17
2.3.1 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας UDSL.....	17
2.3.2 Αξιολόγηση τεχνολογίας UDSL.....	18
2.4 Περιγραφή της τεχνολογίας HDSL.....	19
2.4.1 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας HDSL.....	19
2.4.2 Αξιολόγηση τεχνολογίας HDSL	19
2.5 Περιγραφή της τεχνολογίας SDSL.....	20
2.5.1 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας SDSL.....	20
2.5.2 Αξιολόγηση τεχνολογίας SDSL.....	21
2.6 Περιγραφή της τεχνολογίας IDSL.....	22
2.6.1 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας IDSL.....	22
2.6.2 Αξιολόγηση τεχνολογίας IDSL.....	23
2.7 Περιγραφή της τεχνολογίας VDSL.....	23
2.7.1 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας VDSL.....	24
2.7.2 Αξιολόγηση τεχνολογίας VDSL.....	25
Κεφάλαιο 3 : Το περιβάλλον δικτύου πρόσβασης του VDSL.....	26
3.1 Γενική περιγραφή.....	26

3.2 Πηγές θορύβου.....	29
3.2.1 Παλμικός Θόρυβος.....	29
3.2.2 Παρεμβολές Ραδιοσυχνότητας.....	30
3.2.3 Διαφωνία (crosstalk).....	32
Κεφάλαιο 4 : Μέθοδοι διαμόρφωσης.....	32
4.1 Αφερωντική Διαμόρφωση πλάτους/φάσης (Carrier less Amplitude / Phase).....	32
4.2 Διαμόρφωση διακριτού πολυτόνου (Discrete Multi Tone)	33
4.3 Διαμόρφωση βασισμένη σε συστοιχία φίλτρων (DWMT).....	35
Κεφάλαιο 5 : Αμφιδρόμηση.....	35
5.1 Χρονοδιαίρετική Αμφιδρόμηση (Time Division Duplexing).....	36
5.2 Συχνοδιαίρετική Αμφιδρόμηση (Frequency Division Duplexing).....	37
5.3 Μέθοδος Zipper	38
Κεφάλαιο 6 : Τεχνολογία πρόσβασης.....	40
6.1 Τεχνολογία πρόσβασης του VDSL.....	40
6.2 Ασυμμετρικό VDSL	42
6.3 Συμμετρικό VDSL	44
Κεφάλαιο 7 : Οι σημαντικότερες υπηρεσίες που παρέχει η VDSL.....	44
7.1 Υπηρεσίες τηλεφωνίας	46
7.2 Υψηλής ταχύτητας πρόσβαση στο διαδίκτυο.....	46
7.3 VDSL–Υπηρεσίες βίντεο.....	47
Κεφάλαιο 8 : VDSL2.....	48
8.1 Τυποποίηση VDSL.....	48
8.2 Τυποποίηση VDSL2	48
8.2.1 Bandplans	49
8.3 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του VDSL2.....	49
8.3.1 Προστασία θορύβου ώθησης (INP)	49
8.3.2 Σύγκλιση PTM-TC μετάδοσης –τρόπος μεταφοράς πακέτων	50
8.3.3 Κοινή διοικητική διεπαφή με ADSL2/2 +	50
8.3.4 Διπλή λανθάνουσα κατάσταση για βελτιωμένο QOS	51
8.3.5 Τρόποι διαγνωστικών βρόχων βασισμένοι σε ADSL2/2 +	51
Κεφάλαιο 9 : Εναλλακτικές λύσεις έναντι του VDSL.....	52
9.1. Επισκόπηση.....	52
9.2 Υπηρεσία καλωδιακών δικτύων (Cable Network Service)	52

9.3. Δορυφόρος.....	52
9.4 ADSL+.....	53
9.5 Συμπέρασμα για τις εναλλακτικές λύσεις.....	53
Κεφάλαιο 10 :Επιχειρησιακή ανάλυση της αγοράς της τεχνολογίας VDSL.....	55
10.1 Επισκόπηση αγοράς.....	55
10.2 Οικιακή αγορά.....	55
10.3 Επιχειρησιακή αγορά.....	55
10.4 Συμπέρασμα αγοράς.....	56
Κεφάλαιο 11: Γενικά περί ευρυζωνικότητας.....	57
11.1 Η ευρυζωνικότητα στην Ευρώπη.....	58
11.2 Διείσδυση της ευρυζωνικότητας στην Ελλάδα.....	61
11.3. Εξέλιξη Κόστους Ευρυζωνικής Πρόσβασης.....	62
11.4 Μέτρα ανάπτυξης ευρυζωνικότητας.....	64
11.5 Πρόοδος των μέτρων ανάπτυξης της ευρυζωνικότητας.....	65
11.6 Συμπέρασμα για την ευρυζωνικότητα στην Ελλάδα.....	68
Κεφάλαιο 12 : Γενικό συμπέρασμα.....	70
Πηγές.....	71

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

Σχήμα 2.1 Τα κανάλια στην ADSL μετάδοση: Ανοδικό (Upstream) -Καθοδικό (Downstream) - Αμφίδρομη κοινή τηλεφωνία (Bi-directional - POTS).....	σελ-13
Σχήμα 2.2 Οι χρησιμοποιούμενες συχνότητες στα διαφορετικά κανάλια κατά την ADSL μετάδοση.....	σελ-14
Σχήμα 2.3 Ο SNR (σε dB) για ένα ζωνοδιαβατό κανάλι με αργά μεταβαλλόμενη συνάρτηση μεταφοράς.....	σελ-15
Σχήμα 2.4 Ο SNR (σε dB) για ένα κανάλι με συνάρτηση μεταφοράς ισχυρά εξαρτημένη από την συχνότητα.....	σελ-15
Σχήμα 2.3.1. Δίκτυο UDSL.....	σελ-18
Σχήμα 3 Το περιβάλλον δικτύου πρόσβασης.....	σελ-27
Σχήμα 3,2 Γεφυρωμένη απομάστευση (Bridged tap).....	σελ-28
Σχήμα 4.1 Πρότυπο για RFI εισόδο.....	σελ-30
Σχήμα 5.1 QAM και CAP διαμόρφωση.....	σελ-33
Σχήμα 5.2 Διάγραμμα φραγμών για ένα σύστημα DMT.....	σελ-34
Σχήμα 5.3 Η αρχή του zipper.....	σελ-39
Σχήμα 5.3α Απεικόνιση TDD, FDD, και Zipper σε πλέγμα χρόνου-συχνότητας.....	σελ-40
Πίνακας 6.1 Τύποι xDSL.....	σελ-41
Σχήμα 6.1. Ασυμμετρική φασματική κατανομή.....	σελ-42
Πίνακας 6.2 Ταχύτητες downstream για το ασυμμετρικό VDSL.....	σελ-42
Πίνακας 6.2A Ταχύτητες upstream για το ασυμμετρικό VDSL.....	σελ-43
Πίνακας 6.3. Ταχύτητες συμμετρικού VDSL.....	σελ-43
Πίνακας 7 Εφαρμογές του VDSL.....	σελ-44
Πίνακας 7A. Απαιτήσεις εφαρμογής: ADSL vs. VDSL.....	σελ-45
Πίνακας 9.5: πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της VDSL, καλωδιακού δικτύου, δορυφόρου και ADSL+.....	σελ-45
Διάγραμμα 11: Ποσοστό Νοικοκυριών με σύνδεση.....	σελ-54
στο Διαδίκτυο (2004).....	σελ-57
Πίνακας 11.1 Ανάλυση Λιανικών Ευρυζωνικών Γραμμών στην EE-25 ανά Χώρα.....	σελ-59

Διάγραμμα 11.1A Αυξητική Τάση Ευρυζωνικών Συνδέσεων στην ΕΕ-25.....	σελ-60
Διάγραμμα 11.1B Κατάταξη με βάση τον αριθμό των ευρυζωνικών γραμμών (01/07/2005).....	σελ-60
Πίνακας 11.2 ADSL Συνδέσεις 2005 (Πηγή: ΟΤΕ).....	σελ-61
Διάγραμμα 11.2A παρουσιάζεται η αύξηση των συνδέσεων στην Ελλάδα από τον Ιούλιο του 2002.....	σελ-62
Διάγραμμα 11.3 Εξέλιξη Μέσου Κόστους Ευρυζωνικής Σύνδεσης (Ιανουάριος 2004-Ιανουάριος 2006).....	σελ-63
Πίνακας 11.4 Προσκήσεις Μέτρων 4.2 και 4.3.....	σελ-65
Πίνακας 11.5 Ενταγμένα Έργα συμπληρωματικών Ευρυζωνικών Υποδομών.....	σελ-66
Διάγραμμα 11.5: Κατανομή προτάσεων έργων Β κύκλου ανά κλάδο δραστηριότητας Αναδόχων.....	σελ-68

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχίζοντας την παρουσίαση αυτής της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον καθηγητή κ.Αντωνιάδη Νικόλαο για την καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας αλλά κυρίως για την υπομονή που έκανε καθώς καθυστέρησα αρκετά λόγω δυσκολίας εύρεσης του κατάλληλου υλικού.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την υπομονή και για την υποστήριξη (οικονομική και ψυχολογική) που μου έδειξαν όλο αυτό το διάστημα.

Περισσότερο όμως θα ήθελα να ευχαριστήσω την κοπέλα μου που χωρίς αυτή ίσως και να τα είχα παρατήσει. Στεργιανή μου σ' ευχαριστώ για την στήριξη και την δύναμη που μου έδωσες. Σ' αγαπάω αληθινά.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τις σχετικά νέες τεχνολογίες DSL, με μια πιο λεπτομερή αναφορά στην ομολογουμένως πιο ενδιαφέρουσα από αυτές, την τεχνολογία VDSL. Επίσης γίνεται μια αναφορά στην ευρυζωνικότητα στον Ευρωπαϊκό και κυρίως στον Ελλαδικό χώρο και στις προσπάθειες και τα μέτρα που λαμβάνονται για την περαιτέρω ανάπτυξή της.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται κάποια γενικά χαρακτηριστικά και γίνεται μια επιφανειακή περιγραφή των τεχνολογιών DSL ενώ στο κεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται μια πιο λεπτομερής αναφορά με τεχνική περιγραφή των τεχνολογιών και αξιολόγησης τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται προσπάθεια να δοθεί μια περιγραφή του δικτύου πρόσβασης της τεχνολογίας VDSL καθώς και των εξωγενών παραγόντων που μπορεί να επηρεάσουν την απόδοσή της ενώ στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται οι μέθοδοι διαμόρφωσης.

Το κεφάλαιο που έπεται αναφέρεται στους διάφορους τύπους αμφιδρόμησης και στα θετικά και αρνητικά τους στοιχεία με το έκτο κεφάλαιο να έρχεται να μας ξεναγήσει στην τεχνολογία πρόσβασης.

Η εν λόγω εργασία δεν θα είχε νόημα αν δεν έκανε γνωστό ποιες είναι αυτές οι υπηρεσίες που κάνουν την τεχνολογία VDSL τόσο ελκυστική και αυτό κάνει στο έβδομο κεφάλαιο.

Στο όγδοο κεφάλαιο αναλύετε το VDSL2 μια αναβάθμιση του VDSL ενώ το ένατο κεφάλαιο αναφέρεται σε κάποιες εναλλακτικές λύσεις του VDSL όπως για παράδειγμα το δορυφορικό internet και γίνεται σύγκριση των τεχνολογιών αυτών.

Κάθε νέα υπηρεσία που προσπαθεί να εισέλθει στην αγορά οφείλει να πραγματοποιήσει μια έρευνα στην αγορά για να δει κατά πόσον η προσπάθεια θα τελεσφορήσει και στο δέκατο κεφάλαιο διατυπώνετε ακριβώς αυτό, μια έρευνα αγοράς.

Το ενδέκατο κεφάλαιο παρουσιάζει μια μελέτη του παρατηρητηρίου για την κοινωνία της πληροφορίας για την ευρυζωνικότητα και η εργασία κλείνει με το γενικό συμπέρασμα του δωδεκάτου κεφαλαίου.

Η εν λόγω εργασία έχει ως στόχο να αποτελέσει έναν περιληπτικό και σε καμία περίπτωση έναν πλήρη οδηγό για την καθοδήγηση στον θαυμαστό κόσμο των νέων τεχνολογιών και των υψηλών ταχυτήτων και των υπηρεσιών που τις συνοδεύουν. Και δεν μπορεί να είναι ένας πλήρης οδηγός γιατί τα δεδομένα αλλάζουν συνεχώς και πολλές από τις αναφερόμενες τεχνολογίες και υπηρεσίες βρίσκονται ακόμη στο στάδιο της μελέτης και της ανάπτυξης. Πάραυτα είναι διάχυτη η επιθυμία να φανεί χρήσιμη σε όποιον επιθυμεί να κατανοήσει κάποια βασικά χαρακτηριστικά των τεχνολογιών DSL.

ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

A

ADCAnalog-to-Digital Converter
ADSLAsymmetrical Digital Subscriber Line
ANSIAmerican National Standard Institute
ATM..... Asynchronous Transfer Mode
AWGN.....Additive White Gaussian Noise

C

CAP..... Carrierless Amplitude Phase
CM.....Common Mode
COCentral Office

D

DM.....Differential Mode
DMT.....Discrete Multi Tone
DSL Digital Subscriber Line
DSLAM DSL Access Multiplexer
DWMT Discrete Wavelet Multi-Tone

E

ETSIEuropean Telecommunications Standards Institute

F

FDDfrequency division duplexing
FDMFrequency Division Multiplexing
FEXTFar End Crosstalk
FFT Fast Fourier Transform
FSN.....Full Service Access Network
FSN Full Service Network
FS-VDSL Full Service VDSL
FTTB..... Fibre To The Building
FTTH..... Fibre To The Home

H

HDSL High-bit-rate Digital Subscriber Line
HDTV.....High Definition Television

I

IDSLISDN Digital Subscriber Line
IEC International Electrotechnical Commission
IEEEInstitute of Electrical and Electronic Engineers
IFFTInverse Fast Fourier Transform
IGMP.....Internet Group Management Protocol
IP.....Internet Protocol
ISDN.....Integrated Services Digital Network
ITU.....International Telecommunication Union

M

MPEG.....Moving Pictures Experts Group

N

NEXT Near End Crosstalk

O

OFDM.....Orthogonal Frequency Division Multiplexing

ONU.....Optical Network Unit

P

POTS.....Plain Old Telephony Service

PPP.....Point to Point Protocol

PSTN..... Public Switched Telephone Network

Q

QAM.....Quadrature Amplitude Modulation

QoS.....Quality of Services

R

RADSLRate Adaptive Digital Subscriber Line

RFIRadio Frequency Interference

S

SDSLSymmetric Digital Subscriber Line

SNRSignal to Noise Ratio

STM.....Synchronous Transport Module

T

TDD.....Time Division Duplexing

U

UDSL.....Universal DSL

V

VADSL.....Very High Bit Rate ADSL
VDSL.....Very High Bit Rate DSL
VoATM.....Voice over ATM
VoD.....Video on Demand
VoIP.....Voice over IP

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά στοιχεία

Για πολλές δεκαετίες , τα χάλκινα καλώδια (συνεστραμμένα ζεύγη - twisted pairs) ήταν το μόνο μέσω μετάδοσης που χρησιμοποιούνταν στις τηλεφωνικές επικοινωνίες.

Με το πέρασμα των χρόνων και την πρόοδο της τεχνολογίας μπήκαν στη ζωή μας τα modems και το διαδίκτυο. Η ανάπτυξη του διαδικτύου δημιούργησε την απαίτηση για μεγαλύτερες ταχύτητες πρόσβασης σε αυτό. Το πρώτο σημαντικό βήμα προς αυτή την κατεύθυνση, έγινε την περασμένη δεκαετία με την εμφάνιση της τεχνολογίας ISDN και τα όποια πλεονεκτήματα που την συνόδευαν. Όμως το πραγματικά μεγάλο άλμα στις υψηλές ταχύτητες στο διαδίκτυο αναμένετε να φέρουν οι τεχνολογίες xDSL που έχουν ήδη κάνει την εμφάνισή τους και μάλιστα σε ορισμένες χώρες αποτελούν την κύρια τεχνολογία που χρησιμοποιείτε στις τηλεπικοινωνίες.

Τα αρχικά DSL προέρχονται από τις λέξεις Digital Subscriber Line (ψηφιακή συνδρομητική γραμμή) και είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει την μετατροπή του απλού τηλεφωνικού καλωδίου σε ένα δίαυλο ψηφιακής επικοινωνίας μεγάλου εύρους ζώνης με τη χρήση ειδικών modems, τα οποία τοποθετούνται στις δυο άκρες της γραμμής.

Η μετατροπή του απλού τηλεφωνικού καλωδίου σε δίαυλο ψηφιακής επικοινωνίας έχει σημαντικά οφέλη καθώς επιτρέπει την μεταφορά τόσο των χαμηλών όσο και των υψηλών συχνοτήτων ταυτόχρονα . Οι χαμηλές συχνότητες χρησιμοποιούνται για την μεταφορά του σήματος της φωνής και οι υψηλές για την μεταφορά των δεδομένων. Οι ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων που μπορούν να επιτευχθούν ποικίλουν ανάλογα με το είδος του modem που θα χρησιμοποιηθεί. Με τις τεχνολογίες DSL μπορούν να επιτευχθούν πολύ υψηλές ταχύτητες οι οποίες μπορούν να φτάσουν μέχρι και τα 52.8Mbps για τη λήψη (download) και μέχρι τα 2.3 Mbps για την αποστολή δεδομένων (upload).

Όταν αναφερόμαστε στις τεχνολογίες DSL δεν αναφερόμαστε σε μια μόνο τεχνολογία αλλά σε αρκετές που η κάθε μια από αυτές έχει τα δικά της γνωρίσματα και τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και γενικά να αναφέρονται σαν τεχνολογίες xDSL. Οι σημαντικότερες τεχνολογίες xDSL είναι οι εξής: ADSL, HDSL, SDSL και VDSL

1.2 Τεχνολογίες xDSL

1.2.1 Η τεχνολογία ADSL

Η τεχνολογία ADSL η οποία προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Asymmetric Digital Subscriber Line (ασύμμετρη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή) , είναι η τεχνολογία DSL που χρησιμοποιείτε περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη DSL τεχνολογία τόσο στο εξωτερικό όσο και στην Ελλάδα (είναι η μοναδική που παρέχεται την συγκεκριμένη χρονική στιγμή στην Ελλάδα με μοναδική υπηρεσία το fast internet).

Η τεχνολογία ADSL προσφέρει και εξασφαλίζει πρόσβαση υψηλών ταχυτήτων στο διαδίκτυο και σε άλλα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, δίνοντας την δυνατότητα για ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων (εικόνα, βίντεο, γραφικά, δεδομένα) διαμέσου της απλής τηλεφωνικής γραμμής. Το κύριο γνώρισμα της ADSL είναι ότι η μεταφορά δεδομένων επιτυγχάνετε με ασύμμετρο τρόπο, δηλαδή παρέχει διαφορετική ταχύτητα για την λήψη των δεδομένων και χαμηλότερη για την αποστολή. Η ταχύτητα λήψης μπορεί να φτάσει τα 8 Mbps ενώ η ταχύτητα αποστολής τα 640 kbps. Το σημαντικότερο όμως πλεονέκτημα είναι ότι το εύρος ζώνης δεν το μοιραζόμαστε αλλά είναι εξολοκλήρου στην διάθεσή μας. Θα πρέπει όμως εδώ να τονίσουμε ότι η απόδοση της ADSL είναι άμεσα συνηφασμένη με την απόσταση του χρήστη με τον τηλεπικοινωνιακό παροχέα . Έτσι οι ταχύτητες λήψης (που είναι αυτές που μας ενδιαφέρουν περισσότερο) ανάλογα με την απόσταση διαμορφώνονται όπως παρακάτω:

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

1.2.2 Η τεχνολογία HDSL

Τα αρχικά HDSL προέρχονται από τις λέξεις High-bit-rate Digital Subscriber Line και σε αντίθεση με την τεχνολογία ADSL είναι συμμετρική δηλαδή προσφέρει στον χρήστη τον ίδιο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων (μέχρι 2 Mbps) τόσο για τη αποστολή όσο και για τη λήψη αυτών. Ωστόσο, η μέγιστη απόσταση μεταξύ των δύο άκρων δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 3,5 km. Μια άλλη βασική διαφορά από το ADSL είναι ότι απαιτείται η εγκατάσταση 2 τηλεφωνικών γραμμών (2 συνεστραμμένα καλώδια).

1.2.3 Η τεχνολογία SDSL

Το SDSL, Single-line Digital Subscriber Line, είναι μια τεχνολογία που δεν διαφέρει πάρα πολύ με την HDSL τόσο στην μεταφορά δεδομένων (μέχρι 2 Mbps), όσο και στην μέγιστη απόσταση που μπορεί να έχει ο χρήστης με τον παροχέα που και εδώ δεν μπορεί να υπερβεί τα 3 km. Η βασική διαφορά των δύο τεχνολογιών παρατηρείτε στο ότι η SDSL χρησιμοποιεί μόνο ένα συνεστραμμένο ζεύγος χάλκου.

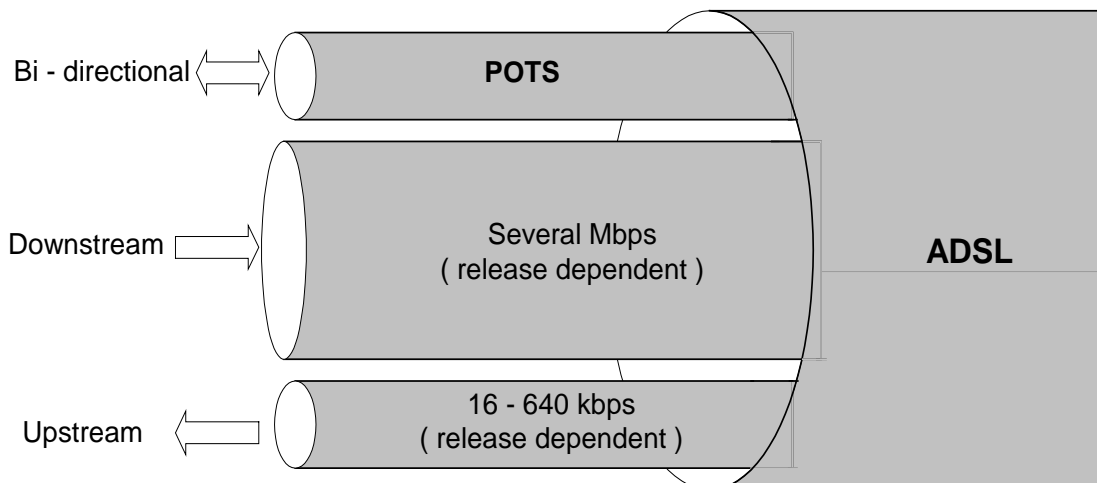
1.2.4 Η τεχνολογία VDSL

Η VDSL, Very-high-data-rate Digital Subscriber Line, είναι η περισσότερα υποσχόμενη τεχνολογία DSL αλλά βρίσκεται ακόμη σε φάση ανάπτυξης. Η VDSL υπόσχεται να δώσει εντυπωσιακά μεγαλύτερες ταχύτητες που μπορεί να φτάνουν τα 52 Mbps, με περιορισμό όμως τη μέγιστη απόσταση μεταξύ των δύο άκρων του χάλκινου αγωγού. Ανάλογα με την υλοποίηση, το VDSL δε μπορεί να ξεπερνά το 1,5 km και οι ρυθμοί μετάδοσης κυμαίνονται για τη λήψη από 13 έως 52 Mbps και για την αποστολή από 1,5 έως 2,3 Mbps.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ xDSL ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

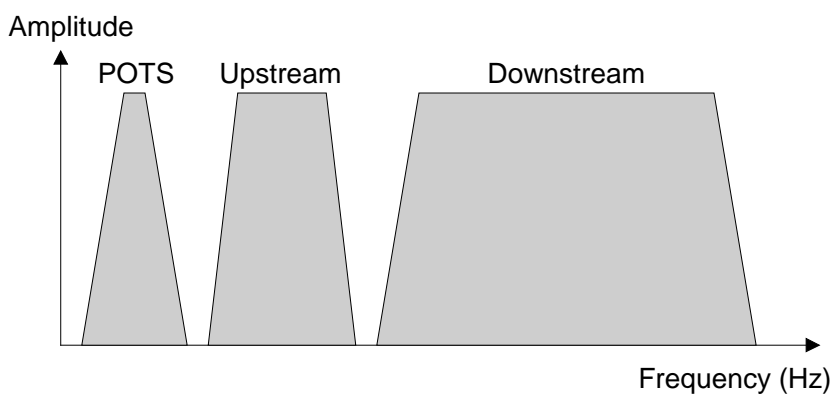
2.1: Περιγραφή της τεχνολογίας ADSL

Η φιλοσοφία του ADSL εκπονήθηκε στις αρχές της δεκαετίας από αναλυτές μελετών από τα εργαστήρια AT&T και Bell καθώς και από το Πανεπιστήμιο Stanford και βασίζεται σε ένα κανάλι υψηλού ρυθμού με καθοδική κατεύθυνση προς τον πελάτη και ένα με χαμηλότερο ρυθμό από τον πελάτη προς το δίκτυο (με ανοδική κατεύθυνση).



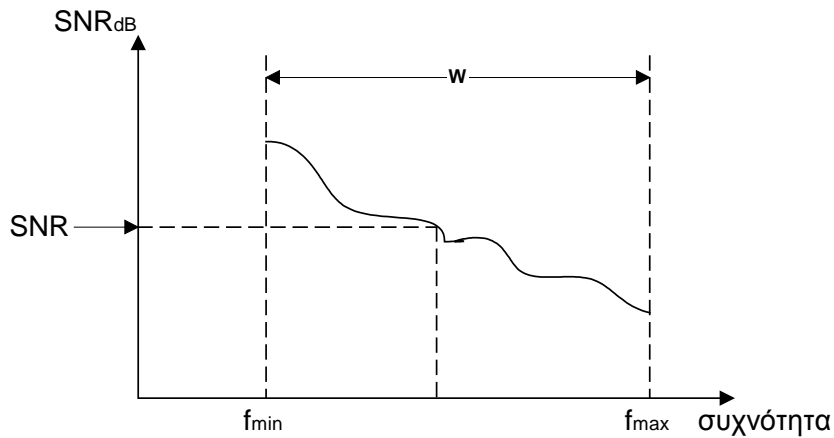
Σχήμα 2.1 Τα κανάλια στην ADSL μετάδοση: Ανοδικό (Upstream) - Καθοδικό (Downstream) - Αμφίδρομη κοινή τηλεφωνία (Bi-directional - POTS)

Οι ψηφιακές πληροφορίες μεταφέρονται μέσα από το κανάλι υψηλής ταχύτητας με καθοδική κατεύθυνση καθώς επίσης και από το κανάλι χαμηλής ταχύτητας με ανοδική κατεύθυνση. Στην ADSL έχουμε πολυπλεξία της ψηφιακής πληροφορίας με ένα κανάλι αναλογικής φωνής δίνοντας τη δυνατότητα στους πελάτες να διατηρούν την υπηρεσία ενώ ταυτόχρονα έχουν πρόσβαση στις ψηφιακές υπηρεσίες της ADSL. Αυτό επιτυγχάνεται με πολύπλεξη στην συχνότητα μεταξύ τηλεφωνικής υπηρεσίας και ADSL μετάδοσης και είτε με πολυπλεξία στην συχνότητα είτε με καταστολή ήχου μεταξύ ανοδικού και καθοδικού καναλιού.

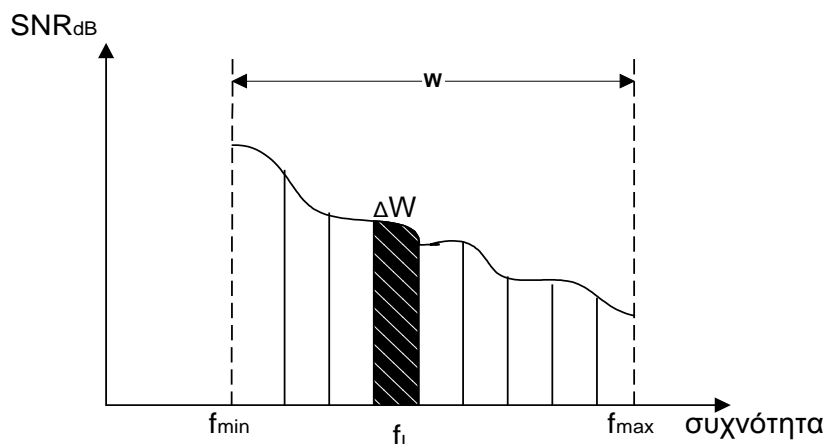


Σχήμα 2.2 Οι χρησιμοποιούμενες συχνότητες στα διαφορετικά κανάλια κατά την ADSL μετάδοση

Στηριζόμενοι στο θεώρημα του Shannon γνωρίζουμε ότι ο ρυθμός σε ένα κανάλι εξαρτάται από το εύρος ζώνης και τον λόγο σήματος προς θόρυβο. Βασική παράμετρος στο να αυξηθεί το χρησιμοποιούμενο εύρος ζώνης φτάνοντας μέχρι και το 1 MHz είναι η χρήση των μικροεπεξεργαστών, η οποία επέτρεψε αφ' ενός μεν την αντιμετώπιση των προβλημάτων που παρουσιάζονται στις συχνότητες αυτές, εφ' ετέρου δε την πολυπλεξία των διαφορετικών συχνοτήτων με την βοήθεια του FFT. Στα ακόλουθα σχήματα είναι φανερή η διαφορά μεταξύ ενός καναλιού στο οποίο η εξασθένιση δεν μεταβάλλεται σημαντικά με την συχνότητα και ενός στο οποίο συμβαίνει το αντίθετο, όπως το συνεστραμμένο ζεύγος όταν χρησιμοποιείται για συχνότητες ADSL μετάδοσης.



Σχήμα 2.3 Ο SNR (σε dB) για ένα ζωνοδιαβατό κανάλι με αργά μεταβαλλόμενη συνάρτηση μεταφοράς



Σχήμα 2.4 Ο SNR (σε dB) για ένα κανάλι με συνάρτηση μεταφοράς ισχυρά εξαρτημένη από την συχνότητα

2.2: Περιγραφή της τεχνολογίας RADSL

2.2.1 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας RADSL

Η τεχνολογία RADSL (Rate Adaptive Digital Subscriber Line) προήλθε από κάποιους περιορισμούς που υπήρχαν στα πρώιμα στάδια υλοποιήσεων του ADSL. Κάποιες αρχικές εφαρμογές σε modem ADSL διατηρούσαν σταθερό τον ρυθμό μεταφοράς δεδομένων και

προς τις δύο κατευθύνσεις (λήψη, αποστολή) ώστε να διατηρείται η γραμμή περισσότερο συνδεδεμένη.

Σήμερα ως RADSLS εννοούμε το ADSL το οποίο χρησιμοποιεί τον κώδικα γραμμής QAM ή CAP ο οποίος είναι ένα ιδιοκτησιακό πρότυπο της Globespan Semiconductors και της AT&T. Πρέπει να τονιστεί ότι τα ADSL που χρησιμοποιούν κώδικα γραμμής DMT σύμφωνα με το πρότυπο T1.413 είναι επίσης rate adaptive αλλά γενικά δεν αναφέρονται έτσι. Ο upload ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι ανάλογος προς τον download ρυθμό μετάδοσης δεδομένων και εξαρτάται από τις συνθήκες της γραμμής και το λόγο σήματος προς θόρυβο.

Τα RADSLS συστήματα υλοποιούνται με χρήση FDM. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το upstream κανάλι που φτάνει ρυθμό μέχρι 1 Mbps να καταλαμβάνει τη μεσαία περιοχή μετά την τηλεφωνία και το downstream την ανώτερη περιοχή. Τα προβλήματα που παρουσιάζονται αφορούν τη συμβατότητα όσο αφορά το φάσμα συχνοτήτων μεταξύ των RADSLS modems με QAM ή CAP με τα ADSL modems με DMT ή CAP στα οποία το upstream κανάλι φτάνει ρυθμούς το πολύ μέχρι 640 Kbps.

2.2.2 Αξιολόγηση της τεχνολογίας RADSLS

Τα εγκατεστημένα συστήματα συχνά παρουσιάζουν διάφορα προβλήματα που έχουν να κάνουν με την σωστή λειτουργία τους και είναι άμεσα συνηφασμένα με το μήκος των καλωδίων, την διάμετρό τους, την κατάστασή τους, αλλά και από τις καιρικές συνθήκες. Όλοι οι παραπάνω παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την σωστή λειτουργία των εγκατεστημένων συστημάτων μπορεί να διαφέρουν από δίκτυο σε δίκτυο ακόμη και αν οι υπηρεσίες παρέχονται από τον ίδιο παροχέα. Για να ξεπεραστούν λοιπόν αυτά τα προβλήματα και να διατηρηθεί η ποιότητα των παρεχομένων υπηρεσιών σε ικανοποιητικά επίπεδα αναπτύχθηκαν τεχνικές προσαρμογής του ρυθμού μετάδοσης. Επιπλέον, πριν από οποιαδήποτε μετάδοση πληροφορίας, πραγματοποιούνται μια σειρά από δοκιμές στο δίκτυο προκειμένου να ανιχνευτεί ο μέγιστος ρυθμός με τον οποίο μπορούν να μεταδοθούν τα δεδομένα. Η ικανότητα αυτή της προσαρμογής του ρυθμού είναι προϊόν της RADSLS τεχνολογίας, η οποία βασίζεται στις ADSLS και SDSL τεχνολογίες.

Εφόσον λοιπόν η RADSLS βασίζεται στις τεχνολογίες ADSLS και SDSL μπορεί να εκμεταλλευτεί τα πλεονεκτήματα των δύο αυτών τεχνολογιών. Βασισμένη λοιπόν σε αυτά τα πλεονεκτήματα εκμεταλλεύεται τον μεταβλητό ρυθμό μετάδοσης ο οποίος προσφέρει σημαντικά οφέλη στους κατασκευαστές καθώς μπορούν να προωθούν ένα

προϊόν DSL καλύπτοντας ένα φάσμα ρυθμών μετάδοσης και χρησιμοποιώντας και τους δύο τρόπους μετάδοσης, τον συμμετρικό και τον ασύμμετρο. Ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα της RDSL τεχνολογίας είναι ότι επιτρέπει τηλεφωνική συνδιάλεξη και μετάδοση δεδομένων συγχρόνως.

Την τεχνολογία RDSL δείχνουν να εμπιστεύονται τελικά και οι κατασκευαστές, προσφέροντας μια πλήρη γκάμα προϊόντων αλλά και ολοκληρωμένων συστημάτων. Επίσης, οι περισσότερες εταιρίες υπόσχονται πολύ υψηλούς ρυθμούς δεδομένων και για αρκετά μεγάλες αποστάσεις.

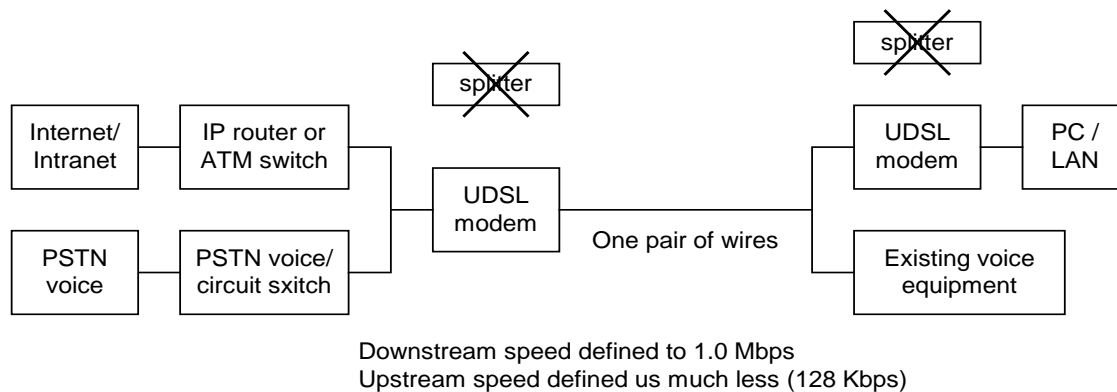
2.3 Περιγραφή της τεχνολογίας UDSL

2.3.1 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας UDSL

Οι πρώτες δοκιμές με τα ADSL και RDSL έφεραν στην επιφάνεια ένα σοβαρό πρόβλημα που είχε να κάνει με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις των κτιρίων. Η ADSL και RDSL απαιτούσαν την εγκατάσταση και συντήρηση μιας συσκευής, το voice splitter. Πρώτα έπρεπε να γίνει η εγκατάσταση των splitter και οποιασδήποτε πιθανής καλωδίωσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις ο splitter παρέχονταν, ως μέρος της υπηρεσίας, από τους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς πράγμα που αύξανε σημαντικά το κόστος. Έτσι εάν ήταν δυνατόν η εγκατάσταση και αρχικοποίηση ADSL και RDSL ταχυτήτων, και η σύγχρονη υποστήριξη αναλογικών συσκευών χωρίς την χρήση ενός splitter θα μιλούσαμε για μια πολύ ελκυστική εναλλακτική μορφή του καθαρού ADSL και RDSL.

Η τεχνολογία UDSL (Universal ADSL), επίσης γνωστή και ως ADSL-lite, αναπτύχθηκε από μια ομάδα εργασίας το 1997 η οποία περιλαμβάνει την εταιρεία Microsoft καθώς επίσης τηλεπικοινωνιακούς φορείς και κατασκευαστές από όλο το κόσμο. Η ομάδα εργασίας κάτω από το τίτλο Universal ADSL Working Group (UAWG), σχηματίστηκε για να αναπτύξει μια προδιαγραφή παγκόσμια, “ανοικτή”, χωρίς διάταξη διαχωρισμού φωνής δεδομένων (“splitterless”), ως επέκταση της τυποποίησης T1.413 ADSL, η οποία θα υποστηρίζει μέχρι 1,5 Mbit/s στο κανάλι καθόδου (τυπικά μέχρι 500 kbit/s) και 512 kbit/s στο κανάλι ανόδου σε μεγαλύτερα μήκη τοπικού βρόχου (μ’ ένα απλό συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων). Η τεχνολογία UDSL σχεδιάστηκε ως μια χαμηλού κόστους και μικρότερου εύρους ζώνης τεχνολογία ADSL και ως εκ τούτου είναι κατάλληλη για

γρήγορες υπηρεσίες Internet αλλά όχι για εφαρμογές κινούμενης εικόνας . Στο Σχήμα που ακολουθεί δείχνεται η γενική αρχιτεκτονική ενός UDSL συστήματος.



Σχήμα 2.3.1. Δίκτυο UDSL

2.3.2 Αξιολόγηση τεχνολογίας UDSL

Για να επιτύχει εμπορικά οποιαδήποτε νέα υπηρεσία υψηλού ρυθμού μετάδοσης, πρέπει να εγκαθίσταται με εύκολο τρόπο τόσο στη πλευρά του παροχέα της υπηρεσίας όσο και στη πλευρά του χρήστη. Με αυτό το σκεπτικό, μία νέα μορφή της DSL τεχνολογίας εμφανίστηκε, που ονομάζεται DSL G.Lite. Η τεχνολογία αυτή μεταδίδει δεδομένα με ταχύτητες πάνω από 1.5 Mbps για την downstream κατεύθυνση και πάνω από 512 Kbps για την upstream κατεύθυνση. Επίσης εξασφαλίζει όλα τα θετικά σημεία του ADSL, ενώ ταυτόχρονα έχει και κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία επιλύουν προβλήματα της εν λόγω τεχνολογίας A όπως την αποφυγή της χρήσης εξωτερικού splitter που μάλιστα θα μπορούσαμε να πούμε ότι αποτελεί και το “κλειδί” της ADSL, καθώς στη περίπτωση αυτή η υπάρχουσα τηλεφωνική υπηρεσία δεν επηρεάζεται από τη προσθήκη του DSL. Τα τηλεφωνικά σήματα διαχωρίζονται και προωθούνται στο τοπικό, ψηφιακό, δίκτυο επιλογής, ενώ τα δεδομένα συγκεντρώνονται σ’ ένα μεγαλύτερο σύστημα και μεταφέρονται μέσα από ένα Frame Relay ή ένα ATM δίκτυο. Επίσης με την ενσωμάτωση του splitter στο modem, η ανάγκη ενός ειδικού τεχνικού που θα τον εγκαταστήσει τόσο στον χρήστη όσο και στον παροχέα της υπηρεσίας εξαλείφεται. Με την απλούστευση αυτή ενεργοποιείται η μαζική εξάπλωση της τεχνολογίας αυτής και επιπλέον, μειώνεται το συνολικό κόστος εγκατάστασής της. Επιπλέον λειτουργεί με “always on” τρόπο με την έννοια ότι από τη στιγμή που κάποιος συνδέεται στο δίκτυο, παραμένει σ’ αυτό για όσο χρόνο επιθυμεί. Με τον τρόπο αυτό, οι χρήστες θα μπορούν

να λαμβάνουν το e-mail τους τη στιγμή που αυτό λαμβάνεται και γενικά, να απολαμβάνουν συνεχώς τις εφαρμογές που τους προσφέρονται.

Το γεγονός της πρότασης του DSL G.Lite, δεν ανακαλεί την απαίτηση του ADSL πλήρους ρυθμού μετάδοσης, αλλά μπορούμε να πούμε ότι αποτελεί ένα ενδιάμεσο βήμα ανάμεσα στα αναλογικά modems που υπάρχουν σήμερα και στη δυναμική λύση του ADSL. Το DSL G.Lite θα ενεργοποιήσει την εξάπλωση της DSL τεχνολογίας σε όλους του χρήστες. Η απαίτηση αυτών για πρόσβαση στο Internet με υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης θα κινητοποιήσει τους παροχείς υπηρεσιών για την εγκατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που θα υποστηρίζει την νέα τεχνολογία.

2.4: Περιγραφή της τεχνολογίας HDSL

2.4.1 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας HDSL

Η πρώτη xDSL τεχνολογία που είχε αναπτυχθεί είναι η HDSL, και είναι διαθέσιμη εμπορικά για αρκετά χρόνια τώρα. Η HDSL τεχνολογία είναι η πρώτη που παρέχει ψηφιακή μετάδοση υψηλής ταχύτητας, χρησιμοποιώντας τις ήδη υπαρκτές τηλεφωνικές γραμμές. Βασικά αποτελεί έναν αποδοτικότερο τρόπο μετάδοσης πλαισίων T1 (1.54 Mbps) και E1 (2 Mbps) μέσω των γραμμών χαλκού, και χρησιμοποιεί ένα εύρος φάσματος από 80 - 240 KHz. Για να πετύχουμε αυτούς τους ρυθμούς για μια απόσταση των 4 Km πρέπει να χρησιμοποιηθούν δύο ζεύγη καλωδίων. 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. Για παράδειγμα στη περίπτωση των πλαισίων T1, τα 1.554.000 bits ανά δευτερόλεπτο χωρίζονται σε δύο ίσα τμήματα με εύρος 784.000 bits ανά δευτερόλεπτο και μεταδίδονται μέσω δύο γραμμών (τέσσερα καλώδια).

2.4.2 Αξιολόγηση τεχνολογίας HDSL

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω η τεχνολογία HDSL αποτέλεσε την πρώτη xDSL τεχνολογία. Το βασικό της πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι απαιτεί μικρό εύρος ζώνης

προκειμένου να μεταδώσει T1 και E1 πλαίσια. Επίσης έχει απλή υλοποίηση, εξασφαλίζει μικρότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης (για τον service provider) και οι παροχείς υπηρεσιών δεν χρειάζεται να χρησιμοποιήσουν ειδικούς repeaters (για μικρές αποστάσεις). Η HDSL τεχνολογία αποτελεί μια καλή λύση για τους παροχείς υπηρεσιών. Το γεγονός ότι η μεταδιδόμενη πληροφορία χωρίζεται σε δύο συρμούς μειώνει κατά πολύ την ισχύ μετάδοσης και, λόγω του περιορισμένου εύρους ζώνης που χρησιμοποιεί, είναι πιο σθεναρή στο θόρυβο και στις παρεμβολές. Όμως, από τη μεριά του χρήστη, η τεχνολογία αυτή παρουσιάζει μερικές ατέλειες που δεν την καθιστούν πολύ δημοφιλή. Αφού λοιπόν το κύριο μέλημα των χρηστών είναι το κόστος, η εγκατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού (modem και εξωτερικός voice splitter) αλλά και η χρήση μιας δεύτερης τηλεφωνικής γραμμής αυξάνει σημαντικά το κόστος πρόσβασης στο Internet (λαμβάνοντας υπ' όψη και το κόστος συνδρομής και σύνδεσης).

2.5 Περιγραφή της τεχνολογίας SDSL

2.5.1 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας SDSL

Τα συστήματα επικοινωνίας που αναπτύσσονται αυτόν τον καιρό, έχουν την δυνατότητα να επιτυγχάνουν T1 ή E1 ρυθμούς μετάδοσης σ' ένα μόνο δισύρματο καλώδιο σε αποστάσεις που μερικές φορές ξεπερνούν ακόμα και αυτές που επιτυγχάνονται από ένα HDSL σύστημα, που χρησιμοποιεί δύο ζεύγη καλωδίων. Αυτή η υλοποίηση της T1 ή E1 γραμμής μετάδοσης, συνήθως καλείται SDSL. Παρέχει συμμετρική, δικατευθυντήρια επικοινωνία υψηλού μεταβλητού ρυθμού, ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζει την τηλεφωνική υπηρεσία. Εξ' αιτίας του γεγονότος ότι μόνο ένα ζεύγος καλωδίων απαιτείται 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.

Οι δυνατοί ρυθμοί μετάδοσης του SDSL κυμαίνονται από 160 Kbps μέχρι και 2.048 Mbps, παρόλο που ο πιο διαδεδομένος ρυθμός μετάδοσης που χρησιμοποιείται είναι 768 Kbps και προς τις δύο κατευθύνσεις. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται συνήθως σε περιπτώσεις που απαιτούνται όμοιοι ρυθμοί μετάδοσης, και προς τις δύο κατευθύνσεις. Ειδικότερα, η SDSL απευθύνεται στους απλούς χρήστες που συνήθως τους διατίθεται μία μόνο τηλεφωνική γραμμή. Εξ' αιτίας τέλος, της συμμετρικής φύσεως της τεχνολογίας

αυτής, η εφαρμογή της για την επίλυση των απαιτήσεων μιας εταιρίας είναι συνήθως επιβεβλημένη.

Αν συγκρίνουμε την SDSL με την ADSL τεχνολογία, παρατηρούμε ότι οι SDSL υπηρεσίες δεν είναι διαθέσιμες σε αποστάσεις μεγαλύτερες από 10,000 feet. Από την άλλη πλευρά σε τέτοιες αποστάσεις, η ADSL τεχνολογία επιτυγχάνει ρυθμούς μετάδοσης της τάξης των 6 Mbps. Αυτό συμβαίνει ουσιαστικά, εξαιτίας του γεγονότος ότι τα συμμετρικά συστήματα μετάδοσης επηρεάζονται σε μεγαλύτερο βαθμό από το crosstalk φαινόμενο. Από την άλλη πλευρά όμως, η SDSL τεχνολογία επιτρέπει στους παροχείς υπηρεσιών να αποκτήσουν σύντομα μεγάλη εμπειρία στην υποστήριξη νέων υπηρεσιών δεδομένων, διατηρώντας ταυτόχρονα τον εξοπλισμό δικτύου που ήδη έχουν, έτσι ώστε να μπορούν με εύκολο τρόπο να μεταβούν σε τεχνολογίες υψηλότερου ρυθμού μετάδοσης όταν αυτές θα είναι περισσότερο ώριμες τόσο από λειτουργική όσο και από κατασκευαστική άποψη.

2.5.2 Αξιολόγηση τεχνολογίας SDSL

Οι χρήστες που βρίσκονται σε εταιρίες έχουν μια μεγάλη απαίτηση εύρους ζώνης σε αντίθεση με τους χρήστες στα σπίτια. Είναι επομένως φανερό ότι οι χρήστες που εργάζονται σε εταιρίες θα είναι αυτοί οι οποίοι θα καθορίσουν το είδος της xDSL τεχνολογίας που θα αναπτυχθεί.

Η δημιουργία μιας υπηρεσίας για τους χρήστες συνεπάγεται την παροχή αξιόπιστων λύσεων για την υποστήριξη ιδιαίτερα κρίσιμων εφαρμογών. Τέτοιες λύσεις μπορούν γρήγορα να προκύψουν αξιοποιώντας τα χαρακτηριστικά που προσφέρει η SDSL. Η τεχνολογία αυτή, που χρησιμοποιεί ένα μόνο ζεύγος καλωδίων και επιτυγχάνει την μετάδοση με ταχύτητες μέχρι και 2 Mbps με συμμετρικό τρόπο ανάλογα με την ποιότητα και το μήκος του καλωδίου, βασίζεται στην HDSL τεχνολογία που αρχικά χρησιμοποιήθηκε για την επίτευξη T1 ή E1 υπηρεσιών χωρίς την χρήση επαναληπτών σε περιοχές που η εγκατάστασή τους ήταν προβληματική ή ιδιαίτερα δαπανηρή. Ένα βασικό πλεονέκτημα της SDSL που οδηγεί στην αξιοποίηση της είναι ότι αποτελεί μια προσιτή υλοποίηση της XDSL τεχνολογίας εξ' αιτίας του γεγονότος ότι το SDSL χρησιμοποιεί την ίδια τεχνική διαμόρφωσης με αυτή του HDSL, που είχε αξιοποιηθεί τα προηγούμενα χρόνια και επωφελείται από την ωριμότητα των HDSL υλοποιήσεων. Για παράδειγμα, τα SDSL chipsets έχουν αρκετά χαμηλή τιμή, με αποτέλεσμα οι παροχείς υπηρεσιών να μπορούν γρήγορα να προσφέρουν στους χρήστες τους μετάδοση δεδομένων με υψηλό

ρυθμό. Επίσης έχουμε μικρή κατανάλωση αφού τα SDSL modems που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια έχουν κατανάλωση που δεν ξεπερνά τα 4 Watt. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για τους παροχείς υπηρεσιών. Επιπλέον έχουμε αποφυγή παρεμβολών επειδή η κωδικοποίηση γραμμής που χρησιμοποιεί είναι ίδια με αυτή του HDSL και του ISDN με αποτέλεσμα να μην δημιουργούνται παρεμβολές με τις ήδη υπάρχουσες υπηρεσίες, όπως η T1. Αυτό σημαίνει ότι οι παροχείς των υπηρεσιών μπορούν να δημιουργήσουν SDSL λύσεις χωρίς να ανησυχούν για την επίδραση που θα έχουν σε άλλες υπηρεσίες που βρίσκονται σε γειτονικά καλώδια. Ακόμα η συμμετρική φύση του SDSL αποτελεί μια πολύ καλή λύση για τις εταιρίες εκείνες που χρειάζονται την λήψη και την μετάδοση δεδομένων με τον ίδιο ρυθμό.

2.6 Περιγραφή της τεχνολογίας IDSL

2.6.1 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας IDSL

Η διαρκής εμφάνιση κατασκευαστών DSL προϊόντων έχει σαν αποτέλεσμα τις συχνές αλλαγές στην τεχνολογία αυτή. Για παράδειγμα, το ISDN-DSL ή IDSL εμφανίστηκε αρχικά σαν μία νέα εξέλιξη της τεχνολογίας που ήδη υπήρχε κατά την δεκαετία του '80. Παρόλο που το IDSL αναβαθμίζει μια υπάρχουσα τεχνολογία, στην πραγματικότητα αποτελεί λειτουργικά ένα υποσύνολο του ISDN, με την έννοια ότι δεν υποστηρίζει τηλεφωνική υπηρεσία .

Ειδικότερα το IDSL αποτελεί ένα σύστημα στο οποίο αποκλειστικά, ψηφιακά δεδομένα μεταδίδονται με ταχύτητα 128 Kbps μέχρι τα 18.000 feet σε ένα κοινό χάλκινο τηλεφωνικό καλώδιο ανάμεσα στο CO και στον χρήστη με ψηφιακό τρόπο. Παρόλο που η ταχύτητα του IDSL είναι όμοια με αυτή του ISDN, το IDSL έχει το πλεονέκτημα της αποφυγής της συμφόρησης του δικτύου μετάδοσης φωνής, μειώνοντας τις Internet κλήσεις στο δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος. Η μόνη απαίτηση του από την εταιρία που παρέχει την υπηρεσία, είναι η τοποθέτηση ειδικών συγκεντρωτών σε κάθε CO και η σύνδεση των συσκευών σ' ένα μεγαλύτερο δίκτυο δεδομένων πάνω από T1 ή Frame relay links.

2.6.2 Αξιολόγηση τεχνολογίας IDSL

Το IDSL αποτελεί μία από τις πιθανές υλοποιήσεις τις xDSL τεχνολογίας και είναι μια αρκετά ικανοποιητική προσέγγιση που επιτρέπει την χρήση της ήδη υπάρχουσας ISDN τεχνολογίας για μετάδοση μόνο δεδομένων και όχι φωνής. Δηλαδή χρησιμοποιεί το ήδη εγκατεστημένο ISDN. Οι εταιρίες που προσφέρουν Internet και POTS υπηρεσίες μπορούν με εύκολο τρόπο να αναβαθμίσουν τον ISDN εξοπλισμό δικτύου που ήδη έχουν, εξασφαλίζοντας στους χρήστες 128 Kbps. Από την άλλη πλευρά οι ISDN χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα modem που ήδη έχουν. Επομένως, για αρκετές χώρες της Ευρώπης, που η ιδέα του ISDN δεν έχει εγκαταλειφθεί ακόμα, η IDSL αποτελεί μια αρκετά ελκυστική τεχνολογία, κάτι το οποίο όμως δεν ισχύει για τις χώρες της Αμερικής, όπου το ISDN έχει οριστικά περάσει στο περιθώριο. Επίσης έχει φτηνή υλοποίηση και το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό τόσο για τους καταναλωτές, που απαιτούν χαμηλό κόστος εγκατάστασης του modem, όσο και για τους παροχείς υπηρεσιών που επιζητούν την επένδυση ενός λογικού ποσού κατά την εφαρμογή μιας νέας τεχνολογίας. Επιπλέον αποκλείει τη συμφόρηση στο δίκτυο αφού η IDSL παρακάμπτει τους διακόπτες δικτύου, μειώνοντας τις Internet κλήσεις των χρηστών προς το δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος. Ενώ και ο ρυθμός μετάδοσης των 128 Kbps για πολλές εφαρμογές είναι αρκετά ικανοποιητικός για τους χρήστες κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του χρησιμοποιούμενου εύρους ζώνης.

Βέβαια, ιδιαίτερα σημαντικό είναι το γεγονός ότι η τεχνολογία IDSL πραγματοποιεί, σε αντίθεση με το ISDN, την μετάδοση μόνο δεδομένων και όχι φωνής. Το γεγονός αυτό επομένως οδηγεί στην χρήση μιας επιπλέον γραμμής για την μετάδοση φωνής, κάτι που είναι ιδιαίτερα ασύμφορο.

2.7 Περιγραφή της τεχνολογίας IDSL

Το IDSL αποτελεί μία από τις πιθανές υλοποιήσεις τις xDSL τεχνολογίας και είναι μια αρκετά ικανοποιητική προσέγγιση που επιτρέπει την χρήση της ήδη υπάρχουσας ISDN τεχνολογίας για μετάδοση μόνο δεδομένων και όχι φωνής. Δηλαδή χρησιμοποιεί το ήδη εγκατεστημένο ISDN. Οι εταιρίες που προσφέρουν Internet και POTS υπηρεσίες μπορούν με εύκολο τρόπο να αναβαθμίσουν τον ISDN εξοπλισμό δικτύου που ήδη έχουν, εξασφαλίζοντας στους χρήστες 128 Kbps. Από την άλλη πλευρά οι ISDN χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα modem που ήδη έχουν. Επομένως, για αρκετές χώρες

της Ευρώπης, που η ιδέα του ISDN δεν έχει εγκαταλειφθεί ακόμα, η IDSL αποτελεί μια αρκετά ελκυστική τεχνολογία, κάτι το οποίο όμως δεν ισχύει για τις χώρες της Αμερικής, όπου το ISDN έχει οριστικά περάσει στο περιθώριο. Επίσης έχει φτηνή υλοποίηση και το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό τόσο για τους καταναλωτές, που απαιτούν χαμηλό κόστος εγκατάστασης του modem, όσο και για τους παροχείς υπηρεσιών που επιζητούν την επένδυση ενός λογικού ποσού κατά την εφαρμογή μιας νέας τεχνολογίας. Επιπλέον αποκλείει τη συμφόρηση στο δίκτυο αφού η IDSL παρακάμπτει τους διακόπτες δικτύου, μειώνοντας τις Internet κλήσεις των χρηστών προς το δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος. Ενώ και ο ρυθμός μετάδοσης των 128 Kbps για πολλές εφαρμογές είναι αρκετά ικανοποιητικός για τους χρήστες κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του χρησιμοποιούμενου εύρους ζώνης.

Βέβαια, ιδιαίτερα σημαντικό είναι το γεγονός ότι η τεχνολογία IDSL πραγματοποιεί, σε αντίθεση με το ISDN, την μετάδοση μόνο δεδομένων και όχι φωνής. Το γεγονός αυτό επομένως οδηγεί στην χρήση μιας επιπλέον γραμμής για την μετάδοση φωνής, κάτι που είναι ιδιαίτερα ασύμφορο.

2.7.1 Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας VDSL

Η τεχνολογία VDSL είναι επέκταση της ADSL και μελετάται από τον οργανισμό ETSI, με στόχο να επιτευχθεί η προτυποποίησή της. Σε αντίθεση με την ADSL, η VDSL έχει την δυνατότητα να λειτουργήσει τόσο με συμμετρικό όσο και με ασύμμετρο τρόπο, χρησιμοποιώντας είτε μια απλή τηλεφωνική γραμμή είτε μια ISDN γραμμή, μεταδίδοντας δεδομένα με υψηλές ταχύτητες σε μικρές αποστάσεις.

Ο ασύμμετρος τρόπος λειτουργίας του VDSL απευθύνεται κυρίως στους οικιακούς χρήστες, δίνοντας τους την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν υπηρεσίες ευρείας ζώνης μετάδοσης

Η συνύπαρξη τηλεφωνικών και VDSL σημάτων στο ίδιο καλώδιο πραγματοποιείται με τον διαχωρισμό των συχνοτήτων μετάδοσης με την χρήση ενός εξωτερικού splitter

Η VDSL τεχνολογία μοιάζει αρκετά με την ADSL, παρότι η VDSL διαχειρίζεται ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων και επομένως η υλοποίησή του θα είναι πολύ πιο δύσκολη. Για την υλοποίηση του VDSL έχουν προταθεί τρεις διαφορετικοί κώδικες γραμμής που είναι:

- **CAP:** Αποτελεί μια διαφορετική μορφή της QAM διαμόρφωσης γραμμής και έχει αναλυθεί πλήρως σε προηγούμενη παράγραφο.

- **DMT:** Είναι μια διαμόρφωση που χρησιμοποιεί ένα σύστημα με πολλαπλούς φορείς και διακριτό μετασχηματισμό Fourier για να δημιουργήσει και να αποδιαμορφώσει τους φορείς στην συχνότητα.
- **DWMT:** Είναι μια τεχνική διαμόρφωσης με πολλαπλούς φορείς που χρησιμοποιείται ώστε να αξιοποιηθεί το σύνολο των δυνατοτήτων των χάλκινων καλωδίων, έτσι ώστε να είναι δυνατή η προσφορά υπηρεσιών ευρείας ζώνης και προς τις δύο κατευθύνσεις.

2.7.2 Αξιολόγηση τεχνολογίας VDSL

Η VDSL είναι μια τεχνολογία μετάδοσης παρόμοια με την ADSL εκτός του ότι οι ρυθμοί μετάδοσης είναι μεγαλύτεροι και οι αποστάσεις μικρότερες. Τηλεφωνικές υπηρεσίες (POTS) υποστηρίζονται όπως και στην περίπτωση του ADSL. Σε αντίθεση με την ADSL, η VDSL μπορεί και λειτουργεί είτε συμμετρικά είτε ασύμμετρα χρησιμοποιώντας μια απλή δισύρματη γραμμή ή μια βασική ISDN γραμμή. Σήμερα, δεν υπάρχουν τυποποιήσεις για την VDSL, αλλά οι ρυθμοί μετάδοσης και οι αποστάσεις κυμαίνονται από 12 Mbps για αποστάσεις μέχρι 1.5 Km καλωδίου, και 52 Mbps για αποστάσεις μέχρι 300 m (downstream - από το κεντρικό γραφείο μέχρι τον χρήστη). Για upstream μετάδοση (από τον χρήστη μέχρι το κεντρικό γραφείο) οι προτεινόμενοι ρυθμοί μετάδοσης είναι από 1.6 Mbps μέχρι 2.3 Mbps. Λόγω του ότι, οι αποστάσεις που μπορούν να καλυφθούν είναι μικρές, η VDSL μπορεί να υλοποιηθεί μόνο σε περιπτώσεις όπου τα CO's είναι κοντά. Σε διαφορετική περίπτωση η οπτική ίνα πρέπει να φτάνει μέχρι τα KV's. Επίσης, λόγω του ότι οι αποστάσεις που μπορούν να καλυφθούν είναι μικρότερες, εμφανίζονται λιγότερα προβλήματα σχετικά με την απόδοση των γραμμών, πράγμα που έχει ως αντίτιμο τη τιμή των VDSL modems συγκριτικά με τα αντίστοιχα της ADSL τεχνολογίας. Έχει καθοριστεί μέσω ερευνών και δοκιμών ότι η QAM είναι η πιο εφαρμόσιμη μέθοδο διαμόρφωσης, λαμβάνοντας υπ' όψη την κατανάλωση ισχύος, την απόδοση και το κόστος.

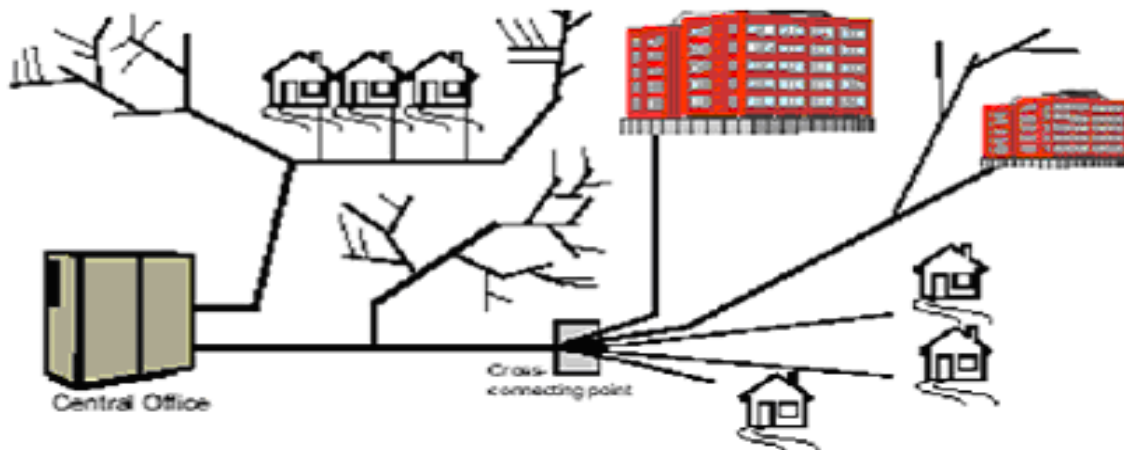
Λεπτομερείς αναφορά στην τεχνολογία VDSL ακολουθεί στα επόμενα κεφάλαια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΤΟΥ VDSL

3.1 Γενική περιγραφή

Το περιβάλλον το δικτύου πρόσβασης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για την ομαλή λειτουργία του VDSL . Μερικοί σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να εξετάσει κανείς στο δίκτυο πρόσβασης είναι: το είδος και η ποιότητα των καλωδίων, η κατανομή μήκους των καλωδίων, η τοπολογία του δικτύου και οι ειδικές βλάβες όπως οι γεφυρωμένες απομαστεύσεις (bringed taps).

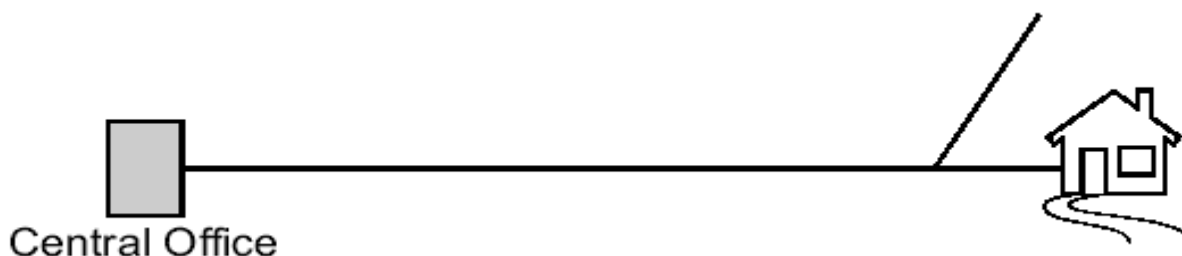
Καθώς η ανάπτυξη του τηλεφωνικού δικτύου έλαβε χώρα μέσα σε μεγάλο χρονικό διάστημα, η ποιότητα και η τοπολογία των δικτύων διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των χωρών και μεταξύ διαφορετικών περιοχών μέσα στην ίδια χώρα. Γενικώς η ποιότητα των δικτύων είναι πολύ καλύτερη σε χώρες που έχουν αναπτύξει τα τηλεφωνικά τους συστήματα αργότερα. Το μέσο μήκος των καλωδίων είναι μικρότερο και τα χαρακτηριστικά της μετάδοσης συχνά είναι καλύτερα. Παραδείγματος χάριν, το μέσο μήκος των καλωδίων είναι μικρότερο στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες από ότι στις Η.Π.Α. Το μέσο μήκος των καλωδίων στο δίκτυο πρόσβασης στη Σουηδία είναι περίπου 1.500μ.,στην Ιταλία περίπου 1.200 μέτρα και στις Η.Π.Α. περίπου 2.200 μέτρα. Το μήκος του καλωδίου είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας αφού ένα πιο μακρύ καλώδιο αδυνατίζει περισσότερο το σήμα, έχοντας σαν αποτέλεσμα δυνατότητα χαμηλότερου ρυθμού μετάδοσης (bit rate). Άλλες σημαντικές ιδιότητες των καλωδίων που καθορίζουν τα χαρακτηριστικά μετάδοσης είναι: διάσταση (διάμετρος), μονωτικό υλικό (χαρτί, PVC, πολυαιθυλένιο) και είδος συστροφής (twisting). Μερικά πιο παλιά τηλεφωνικά δίκτυα μπορεί να έχουν καλώδια μη-συνεστραμμένων ζευγών (τα οποία ονομάζονται επίσης επίπεδες συστροφές), αλλά τα σύγχρονα δίκτυα πρόσβασης έχουν αθωράκιστα χάλκινα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών. Τα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών είναι λιγότερο επιρρεπή σε διαφωνίες (crosstalk) και άλλου είδους παρεμβολές.



Σχήμα 3 Το περιβάλλον δικτύου πρόσβασης

Το Σχήμα 3.1 δείχνει μία απλοποιημένη σχηματική απεικόνιση ενός τηλεφωνικού δικτύου, όπου όλες οι τηλεφωνικές γραμμές ξεκινούν από ένα τηλεφωνικό (τερματικό) κέντρο (CO) ή ένα μικρότερο τοπικό κέντρο (EX). Ένα μεγάλο CO μπορεί να εξυπηρετήσει πάνω από 10.000 πελάτες. Τα μεμονωμένα ζεύγη καλωδίων συστρέφονται μαζί στις λεγόμενες τετράδες τεσσάρων καλωδίων, ή σε μεγαλύτερες ομάδες ένωσης περίπου 10 καλωδίων σε κάθε ομάδα. Στη συνέχεια ομάδες καλωδίων δένονται μεταξύ τους δημιουργώντας μεγαλύτερα καλώδια με 50-100 ζεύγη καλωδίων και τα χοντρά καλώδια μπορεί να συγκεντρωθούν για να αποτελέσουν μεγαλύτερα καλώδια τροφοδοσίας με πολλές χιλιάδες ζεύγη καλωδίων. Τα μεγάλα τροφοδοτικά καλώδια των γραμμών των συνδρομητών ξεκινούν από το CO. Καθώς το δίκτυο απλώνεται, τα μεγάλα καλώδια διακλαδίζονται σε όλο και μικρότερα καλώδια. Σε μερικές διακλαδώσεις του δικτύου υπάρχουν τα ονομαζόμενα σημεία διασταυροσύνδεσης (crossconnection), όπου μπορούν να δημιουργηθούν διασταυροσυνδέσεις μεταξύ των μικρών καλωδίων σε μεγαλύτερα χοντρά καλώδια τροφοδοσίας και σε μικρότερα χοντρά καλώδια τροφοδοσίας. Τα σημεία διασταυροσύνδεσης συχνά υπάρχουν σε μικρές προθήκες στον δρόμο και είναι γνωστές με πολλά ονόματα, όπως διεπαφή (interface) περιοχή εξυπηρέτησης, σημεία ευελιξίας ή crossbox κ.λπ.. Η διάμετρος των καλωδίων συχνά αλλάζει σε ένα σημείο διασταυροσύνδεσης (crossconnection point), όπου μικρότερες διαμέτροι χρησιμοποιούνται πιο κοντά στο CO έτσι ώστε να είναι ευκολότερος ο χειρισμός των μεγαλύτερων καλωδίων και μεγαλύτερες διαμέτροι υπάρχουν πιο κοντά στους χώρους των πελατών. Το μεγαλύτερο μέρος του δικτύου είναι θαμμένο υπογείως, ειδικά

τα μεγαλύτερα καλώδια τροφοδοσίας. Αλλά μπορεί να υπάρξουν και εναέρια καλώδια τα οποία είναι περισσότερο συχνά στο δίκτυο κοντά στους συνδρομητές. Ωστόσο, τα υπόγεια καλώδια προτιμούνται αφού τα εναέρια καλώδια είναι πιο επιρρεπή σε θόρυβο εισόδου και είναι πιο πιθανόν να δημιουργήσουν πρόβλημα εξόδου



Σχήμα 3,2

Ειδικοί τύποι βλαβών που παρουσιάζονται σε μερικά δίκτυα πρόσβασης ονομάζονται γεφυρωμένες απομαστεύσεις. Μία γεφυρωμένη απομάστευση είναι ένα μη-τερματισμένο τμήμα γραμμής που έχει ενωθεί σε μία τηλεφωνική γραμμή, βλ. σχήμα 3.2. Αυτό γινόταν παλαιότερα προκειμένου να επιτραπεί η επανα-διαμόρφωση του δικτύου (αποσύνδεση μερικών και επανασύνδεση άλλων συνδρομητών) εάν η ζήτηση εξυπηρέτησης παρουσιαζόταν σε άλλες τοποθεσίες. Γεφυρωμένες απομαστεύσεις συνήθως εντοπίζονται πιο κοντά στους συνδρομητές παρά στο τηλεφωνικό κέντρο, και είναι πιο συχνές στη Βόρεια Αμερική παρά στην Ευρώπη. Υπολογίζεται ότι μέχρι και 80% των γραμμών στις Η.Π.Α. έχουν γεφυρωμένες απομαστεύσεις, αλλά υπάρχουν και στην Ευρώπη. Εάν θεωρήσουμε την εσωτερική καλωδίωση στον χώρο των πελατών ως μέρος του δικτύου πρόσβασης (όπως συμβαίνει στην περίπτωση με το σύστημα DSL χωρίς διαιρέτη), ουσιαστικά όλες οι γραμμές έχουν γεφυρωμένες απομαστεύσεις. Η κυκλοφορία στο CO συνήθως σήμερα γίνεται με οπτικές ίνες και σε χώρες με πολλές τηλεφωνικές γραμμές, το VDSL μπορεί αρχικά να αναπτυχθεί από το CO και πάλι να φτάσει σε πολλούς χρήστες. Στις Η.Π.Α. ωστόσο όπου οι γραμμές είναι μακρύτερες από ότι στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, ένα τηλεφωνικό κέντρο που βασίζεται στην ανάπτυξη του VDSL δεν θα έφτανε στην πλειοψηφία των πελατών. Για αυτό το λόγο υπάρχει μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τις λύσεις Οπτική ίνα-στον-Διακλαδωτή όπου οπτικές ίνες

φτάνουν στα σημεία διασταυροσύνδεσης και τα μόντεμ VDSL εγκαθίστανται στις προθήκες των δρόμων.

3.2 Πηγές θορύβου

Το τηλεφωνικό δίκτυο δεν είναι ένα περιβάλλον καθαρό και απαλλαγμένο από θορύβους όσο νομίζει κανείς. Το σήμα VDSL διαταράσσεται από ήχους προερχόμενους από διαφορετικές πηγές εξαιτίας του γεγονότος ότι χρησιμοποιείται ένα αθωράκιστο καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους ως μέσω μετάδοσης του σήματος. Τα μακριά καλώδια λειτουργούν ως μεγάλες κεραίες που υπόκεινται σε πολλά είδη παρεμβολών. Οι πιο σημαντικές πηγές θορύβου στο περιβάλλον των γραμμών των συνδρομητών είναι η διαφωνία (crosstalk) από άλλα ζεύγη καλωδίων στο ίδιο χοντρό καλώδιο, παρεμβολές ραδιοσυχνότητας (RFI) από κοντινούς ραδιοφωνικούς πομπούς και κρουστικός θόρυβος (impulse noise). Ο προσθετικός λευκός θόρυβος Γκάους (Gaussian) (AWGN) είναι συχνά χρησιμοποιημένο πρότυπο θερμικού ήχου και αποτελεί μία ελάχιστη τιμή θορύβου βάθους.

3.2.1 Παλμικός Θόρυβος

Ο παλμικός θόρυβος είναι δύσκολο να χαρακτηριστεί πλήρως αλλά έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες για τη μέτρηση και τη διαμόρφωση αυτής της παρεμβολής. Το πρόβλημα με την περιγραφή του παλμικού θορύβου βρίσκεται στη μη-στατική φύση των πηγών του και τη μεγάλη ποικιλία τους. Δεν είναι δυνατόν απλώς να ορίσουμε μία συνάρτηση πιθανότητας πυκνότητας και μία φασματική πυκνότητα ισχύος που να διαμορφώνει τα στατιστικά στοιχεία οποιουδήποτε τύπου παλμικού θορύβου.

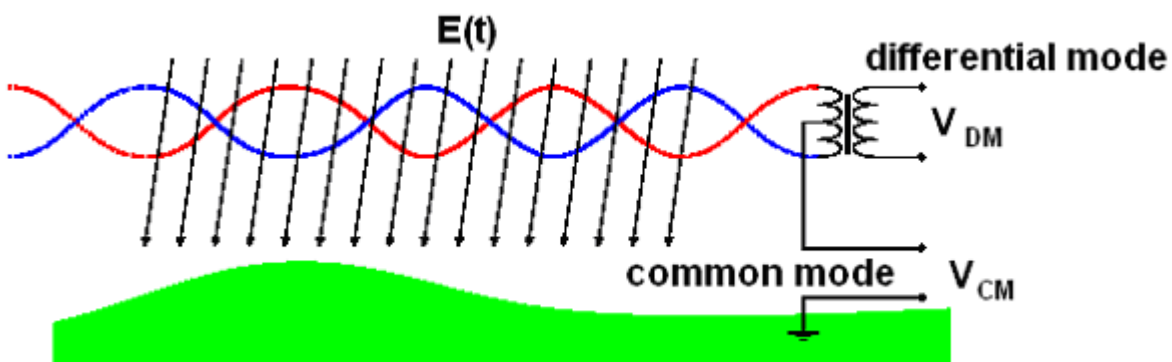
Μπορεί να πραγματοποιηθεί μία σημαντική κατηγοριοποίηση σε διαφορετικά είδη πηγών θορύβου: παλμικός θόρυβος ο οποίος προέρχεται από τη φυσιολογική τηλεφωνική δραστηριότητα και οι παλμοί που προέρχονται από εξωτερικές πηγές όπως οικιακές ηλεκτρικές συσκευές, μηχανές, φωτισμό φθορισμού. Ορισμένες δραστηριότητες της κανονικής τηλεφωνικής υπηρεσίας όπως το σήκωμα ή κατέβασμα του ακουστικού και το κλείσιμο ή άνοιγμα του κουδουνίσματος, γενικώς συνδέονται με γρήγορες αλλαγές τάσης. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τις παλιές κάρτες γραμμής με αναλογικούς διακόπτες και μπορούν να δημιουργήσουν πολύ ισχυρούς παλμούς.

Μεγάλες έρευνες για τον κρουστικό θόρυβο έχουν πραγματοποιηθεί από τις Bellcore και NYNEX, τη British telecommunications και την Deutsche Telekom. Στις παλαιότερες έρευνες η μέτρηση εύρους ζώνης (bandwidth) ήταν πολύ μικρότερη από το εύρος ζώνης VDSL, αλλά παρέχουν ακόμα και σήμερα μία καλή ματιά στη φύση του κρουστικού θορύβου. Ακόμα και αν δεν αναφέρεται ρητά στις εκθέσεις, μπορεί να συμπεράνει κανείς από τα στατιστικά που προκύπτουν ότι η πλειοψηφία των παλμών που καταγράφονται σε αυτές τις έρευνες προέρχονται από δραστηριότητα POTS.

Τα καταγεγραμμένα στατιστικά μπορεί να ποικίλουν από μελέτη σε μελέτη, ανάλογα με τις διαφορετικές παραμέτρους όπως εύρος ζώνης (bandwidth), μέτρησης, ορισμός οριακών ρυθμίσεων για “έναν παλμό”, μήκος καταγραφής, γραμμή ελέγχου κ.λπ.. Τα αποτελέσματα από τις περισσότερες έρευνες, ωστόσο, συμφωνούν στο περίπου. Το μέσο μήκος ενός παλμού είναι μεταξύ 2-20μs, και συνήθως λιγότερο από 1% των παλμών είναι μεγαλύτερα από 200μs. Οι ενδιάμεσοι χρόνοι μεταξύ των παλμών μπορεί να ποικίλουν από λίγα μs μέχρι ώρες.

3.2.2 Παρεμβολές Ραδιοσυχνότητας

Ένα είδος πηγής θορύβου που αποτελεί όλο και μεγαλύτερο πρόβλημα με την ανάπτυξη του VDSL είναι οι παρεμβολές ραδιοσυχνότητας (RFI). Το VDSL καλύπτει ένα μεγαλύτερο εύρος συχνότητας έως και 20 MHz από ότι οι πρόδρομοί του όπως το HDSL και το ADSL. Επειδή υπάρχουν πολλά ραδιοσυστήματα που λειτουργούν με συχνότητες εντός της ραδιοσυχνότητας VDSL υπάρχει πιθανότητα ένα σύστημα ραδιοφώνου να εκπέμπει



Σχήμα 4.1 Πρότυπο για RFI εισόδο

στην συχνότητα του χρήστη. Αυτό συμβαίνει γιατί ένα αθωράκιστο συνεστραμμένο καλώδιο λειτουργεί σαν ένας μεγάλος πομπό-δέκτης που μπορεί τόσο να λαμβάνει όσο και να μεταδίδει ραδιοσήματα.

Το σχήμα 4.1 δείχνει πως ένα καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους σε ένα χρονομεταβλητό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο λαμβάνει μία τεχνητή τάση μεταξύ είτε του ζεύγους των καλωδίων είτε της γείωσης. Αυτή η τάση είναι σχεδόν εξίσου ισχυρή και στα δύο καλώδια και ονομάζεται κοινό σήμα. Ωστόσο τα σήματα VDSL μεταδίδονται και λαμβάνονται ως σήματα διαφορικής μετάδοσης (DM)(differential mode). Η συστροφή προκαλεί την ακύρωση της τάσης που προκαλείται μεταξύ των δύο καλωδίων σε ένα σπείρωμα από μία σχεδόν εξίσου ισχυρή τάση με αντίθετη πολικότητα που προκαλείται στο επόμενο σπείρωμα. Έτσι η συστροφή των καλωδίων μειώνει σημαντικά τον διαφορικό τρόπο παρεμβολής ραδιοσυχνότητας αλλά η συστροφή ποτέ δεν εξαλείφει το διαφορικό σήμα παρεμβολής ραδιοσυχνότητας RFI. Ένα ορισμένο ποσοστό κοινού σήματος(CM) μετατρέπεται πάντα σε διαφορικό (DM) εξαιτίας της ατελούς ισορροπίας του καλωδίου. Ο ίδιος ο εξοπλισμός VDSL πρέπει να είναι ισορροπημένος αλλιώς μπορεί να προκληθεί μετατροπή CM-σε-DM. Η ισορροπία του καλωδίου συνεστραμμένου ζεύγους μειώνεται με αυξανόμενη συχνότητα και για το λόγο αυτό η ενσύρματη γραμμή επηρεάζεται περισσότερο από παρεμβολές ραδιοσυχνότητας σε υψηλότερες συχνότητες. Πρέπει να σημειωθεί ότι ενώ το πρόβλημα παρεμβολών ραδιοσυχνότητας (RFI) είναι πιο έντονο σε εναέρια καλώδια, και τα υπόγεια καλώδια μπορεί να παρουσιάσουν ένα σημαντικό επίπεδο παρεμβολών ραδιοσυχνότητας(RFI). Σε μία μελέτη από τη broadcom αναφέρεται ότι ένα εναέριο καλώδιο λαμβάνει περίπου 10dB περισσότερες παρεμβολές ραδιοσυχνότητας (RFI) από ότι ένα υπόγειο καλώδιο αλλά μπορεί να υπάρξουν αρκετά μεγάλες διαφοροποιήσεις.

Η μεγαλύτερη πηγή παρεμβολών ραδιοσυχνότητας (RFI) θεωρείται ότι είναι οι πομποί των ραδιοερασιτεχνών (HAM). Αυτό συμβαίνει γιατί μπορεί να βρίσκονται μερικά μέτρα μακριά από μία τηλεφωνική γραμμή και η ισχύς μετάδοσης να είναι σχετικά υψηλή παρόλο που συνήθως δεν υπάρχουν πομποί μετάδοσης AM που χρησιμοποιούν υψηλότερη ισχύ μετάδοσης τόσο κοντά σε τηλεφωνικές γραμμές. Ο αριθμός των ενεργών πομπών AM είναι επίσης αρκετά μικρός σε σύγκριση με τον αριθμό των χρηστών ραδιοερασιτεχνών ειδικά στην Ευρώπη. Επιπλέον οι πομποί μετάδοσης AM πάντα εκπέμπουν το φέρον κύμα και η αντιμετώπισή τους είναι πιο στατική και εύκολη σε σχέση

με τους ραδιοερασιτέχνες που μπορεί να αλλάξουν τακτικά συχνότητα και κυρίως εκπέμπουν σήματα διαμόρφωσης μονής πλευρικής ζώνης (SSB).

3.2.3 Διαφωνία (crosstalk)

Όταν πολλά αθωράκιστα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών ενώνονται μεταξύ τους σε πιο παχιά καλώδια, τα σήματα θα "διαρρεύσουν" από το ένα καλώδιο στα άλλα καλώδια. Αυτή η διαρροή σήματος είναι γνωστή ως διασταυρούμενη ομιλία (crosstalk) και έχει μελετηθεί εκτεταμένως από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα. Η διασταυρούμενη ομιλία είναι ένα από τα πιο σημαντικά είδη θορύβου που πρέπει να εξετάσει κανείς στα συστήματα VDSL.

Βασικά υπάρχουν δύο διαφορετικές μορφές διαφωνίας: διαφωνία εγγύς άκρου (NEXT) και διαφωνία απομακρυσμένου άκρου (FEXT) βλ. σχήμα 4.2 Η NEXT συμβαίνει κυρίως στο τηλεφωνικό κέντρο όταν το αδύναμο σήμα upstream (αποστολής) διαταράσσεται από σήματα downstream (λήψη). Η Fext είναι διαφωνία από ένα εκπεμπόμενο σήμα σε ένα άλλο στην ίδια κατεύθυνση και εμφανίζεται και στις δύο άκρες του καλωδιακού βρόγχου. Η NEXT είναι ισχυρότερου τύπου διαφωνία και μπορεί να περιορίσει σημαντικά την απόδοση αν δεν αντιμετωπιστεί. Η NEXT μπορεί να αποφευχθεί μοιράζοντας τη χωρητικότητα (capacity) ανάμεσα στο upstream και downstream με μία μέθοδο αμφιδρόμησης. Η Near – echo (εγγύς ηχώ) είναι μία ειδική περίπτωση NEXT που συμβαίνει μεταξύ του πομπού και του δέκτη στο ίδιο μόντεμ, αλλά μπορεί να μειωθεί με έναν καταστολέα ηχού (echo-canceller).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

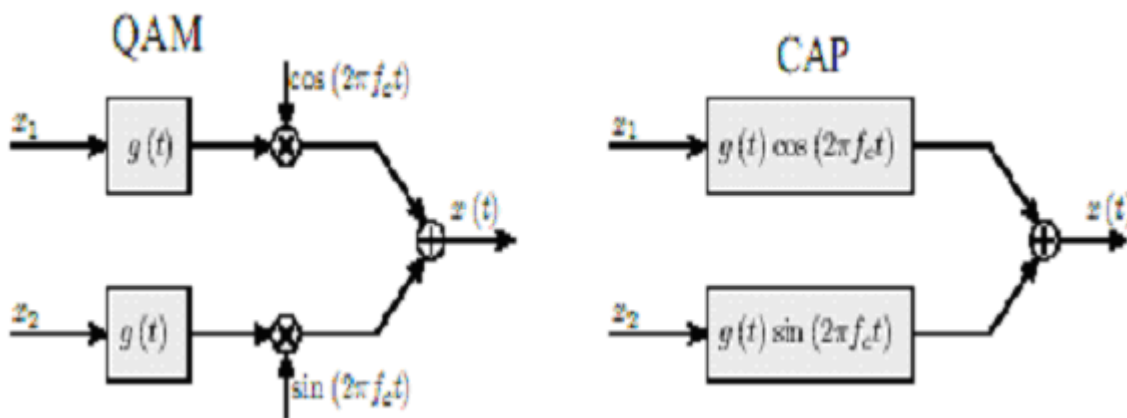
4.1 Αφερωντική Διαμόρφωση πλάτους/φάσης (Carrier less Amplitude / Phase)

Μία μέθοδος διαμόρφωσης που προτείνεται για χρήση με το VDSL είναι η αφερωντική (χωρίς φορέα) διαμόρφωση πλάτους/φάσης (CAP). Η CAP παρουσιάστηκε από τον Werner και ουσιαστικά είναι μία διαφορετική εφαρμογή της παραδοσιακής διαμόρφωσης πλάτους σε «τετραγωνισμό»(QAM) και έχει ουσιαστικά την ίδια απόδοση. Το Σχήμα 5.1 παρουσιάζει την αρχή σε ένα σύστημα CAP και ένα σύστημα QAM.

Τα βασικά πλεονεκτήματα με την CAP είναι η ευκολία εφαρμογής και ότι πολλές εταιρείες και μηχανικοί σε όλο τον κόσμο γνωρίζουν τεχνικώς τα QAM/CAP. Αυτό την

καθιστά ελκυστική επιλογή για τοVDSL .

Ένα σημαντικό τμήμα ενός συστήματος CAP είναι ο εξισωτής (equalizer) που είναι απαραίτητος για τη διάχυση του ενσύρματου καναλιού. Προτιμάται η χρήση ενός ελάχιστου εξισωτή ανάδρασης απόφασης μέσω τετραγωνικού σφάλματος(MMSE-DFE) και αφού το ενσύρματο κανάλι είναι σχεδόν στατικό είναι δυνατόν να γίνει προκωδικοποίηση για την αποφυγή διάδοσης σφαλμάτων.



Σχήμα 5.1 QAM και CAP διαμόρφωση

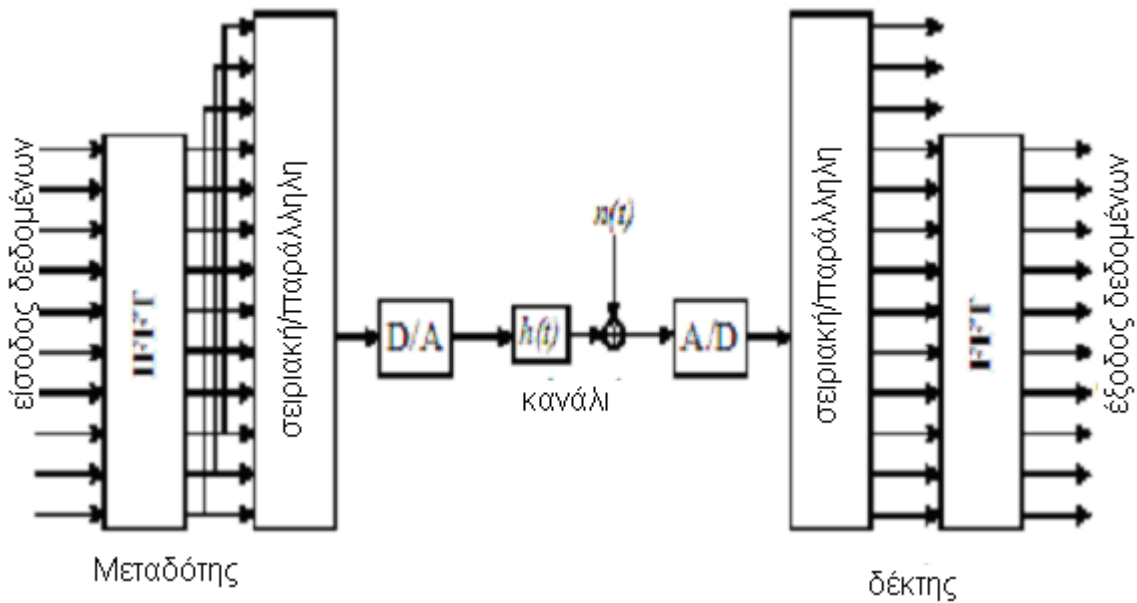
Ενώ η διαμόρφωση και η αποδιαμόρφωση των σημάτων CAP παρουσιάζει χαμηλή πολυπλοκότητα η εξίσωση μπορεί να γίνει αρκετά απαιτητική υπολογιστικά για το VDSL .Η απόκριση παλμού καναλιού του καναλιού συνεστραμμένου ζεύγους μπορεί να είναι αρκετά μεγάλη λαμβάνοντας υπόψη τους υψηλούς ρυθμούς συμβόλων (symbol rates) που θα χρησιμοποιούνται από το VDSL. Αυτό σημαίνει ότι τα φίλτρα του εξισωτή θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλα επίσης.

4.2 Διαμόρφωση διακριτού πολυτόνου (DiscreteMultiTone)

Η διαμόρφωση διακριτού πολυτόνου (DMT)είναι μία δομή πολλαπλής φέρουσας (multicarrier) που είναι παρόμοια με την ορθογώνια πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) η οποία χρησιμοποιείται σε ραδιοσυστήματα όπως τα ευρωπαϊκά συστήματα εκπομπής για ήχο και εικόνα .

Η OFMD και η DMT είναι βασικά η ίδια τεχνική, αλλά μία διαφορά είναι ότι με την DMT το μέγεθος αστερισμού σε κάθε φορέα προσαρμόζεται ανάλογα με τον διαθέσιμο λόγο σήματος προς θόρυβο (SNR). Αυτό ονομάζεται bit-loading. Η DMT επιλέχθηκε ως η δομή

διαμόρφωσης για το πρότυπο ADSL και είναι υποψήφια και για το VDSL.



Σχήμα 5.2 Διάγραμμα φραγμών για ένα σύστημα DMT

Μία σχηματική εικόνα ενός συστήματος DMT παρουσιάζεται στο σχήμα 5.2 Όπως στα συστήματα OFDM, η διαμόρφωση εκτελείται από έναν γρήγορο αντίστροφο μετασχηματισμό Φουριέ (IFFT). Για την αποφυγή διασυμβολικής παρεμβολής (ISI) και διαφορονικών παρεμβολών (ICI) προστίθεται ένα κυκλικό πρόθεμα (CP) στην αρχή κάθε συμβόλου DMT πριν από τη μετάδοση. Αυτό το κυκλικό πρόθεμα πρέπει να είναι τουλάχιστον τόσο μακρύ όσο και η απόκριση παλμού του καναλιού ώστε να εξασφαλιστεί η ορθογωνιότητα μεταξύ των τόνων. Στον δέκτη, αυτό το κυκλικό πρόθεμα αφαιρείται πριν το σήμα αποδιαμορφωθεί από τον γρήγορο μετασχηματισμό Φουριέ (FFT). Λέγεται ότι τα συστήματα VDSL που βασίζονται σε DMT θα ήταν πολύ πιο πολύπλοκα από τα συστήματα VDSL που βασίζονται σε CAP, απαιτώντας μεγαλύτερου μεγέθους τσιπάκια και καταναλώνοντας πολύ μεγαλύτερη ισχύ. Εάν εξετάζαμε μόνο τη διαμόρφωση, ένα σύστημα DMT είναι περισσότερο πολύπλοκο από ένα συγκρίσιμο σύστημα CAP εξαιτίας της λειτουργίας FFT. Αλλά η εξίσωση (equalization) απαιτεί πολύ μεγαλύτερη επεξεργασία ανά σύμβολο σε ένα σύστημα CAP από ότι σε ένα σύστημα DMT (που απαιτεί μόνο έναν πολλαπλασιασμό και πρόσθεση ανά σύμβολο (multiply-and-add per symbol)). Εάν εξετάσουμε ένα πλήρες σύστημα με διαμόρφωση/ αποδιαμόρφωση, εξίσωση (equalization), κωδικοποίηση/ αποκωδικοποίηση συμβόλων, διεμπλοκή (interleaving), ελικοειδή κωδικοποίηση, και τα αναλογικά μέρη, τότε η συνολική

πολυπλοκότητα (μέγεθος ολοκληρωμένου κυκλώματος και κατανάλωση ισχύος) δεν θα ήταν πολύ μεγαλύτερη σε ένα σύστημα DMT από ότι σε ένα συγκρίσιμο σύστημα CAP. Η διαφορά ανάμεσα σε ένα σύστημα DMT και ένα σύστημα CAP σε σχέση με την απόδοση ρυθμού σηματοδότησης (bit rate) δεν αναμένεται να είναι τόσο μεγάλη, αλλά το DMT μπορεί να έχει ένα μικρό πλεονέκτημα. Θεωρητικά τα δύο συστήματα μπορεί να λειτουργήσουν εξίσου καλά αλλά παράμετροι όπως μήκος κυκλικών προεκτάσεων έναντι πληθωρικού εύρους ζώνης μπορεί να κάνουν τη διαφορά.

4.3 Διαμόρφωση βασισμένη σε συστοιχία φίλτρων (DWMT)

Έχουν προταθεί και άλλα είδη δομών πολυζωνικής επικοινωνίας για το VDSL. Οι Sandberg και Tzannes προτείνουν πολλαπλή διαμόρφωση διακριτού μικρού κύματος (DWMT), και ο Cherubini ανέπτυξε μία παρόμοια δομή που ονομάζεται φιλτραρισμένη πολλαπλότητα (FMT). Η κοινή ιδέα και για τις δύο μεθόδους είναι η δημιουργία ενός σήματος με καλύτερο φασματικό περιορισμό από το DMT. Αυτό διευκολύνει τη διαχείριση των προβλημάτων RFI. Η DWMT χρησιμοποιεί τέλειες τράπεζες φίλτρων ανακατασκευής για διαμόρφωση και αποδιαμόρφωση. Ωστόσο, οι συστοιχίες φίλτρων δεν είναι κατάλληλες για ένα κανάλι διασποράς κατά συνέπεια χρειάζεται εξίσωση (equalization) τόσο για το χρόνο όσο και τη συχνότητα. Οι συστοιχίες φίλτρων στην FMT είναι σχεδιασμένες να έχουν σχεδόν μηδενική φασματική επικάλυψη μεταξύ των υπο-συχνοτήτων. Το μειονέκτημα είναι ότι εισάγει ISI έτσι ώστε η δομή απαιτεί έναν εξισωτή ακόμα για ένα ιδανικό κανάλι. Αλλά η εξίσωση μπορεί να γίνει σε μία βάση υπο-συχνότητας ως αποτέλεσμα της σχεδόν μηδενικής φασματικής επικάλυψης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΜΦΙΔΡΟΜΗΣΗ (Duplexing)

Η αμφίδρομη μετάδοση σημαίνει μετάδοση σε δύο κατευθύνσεις. Για την εκτέλεση μίας αμφίδρομης μετάδοσης σε ένα ζεύγος καλωδίων, απαιτείται μία μέθοδος αμφιδρόμησης ή καταστολή ηχούς. Για την αποφυγή διαφωνία εγγύς άκρου (NEXT) που διαφορετικά μπορεί να μειώσει σημαντικά την απόδοση, το VDSL χρειάζεται να χρησιμοποιήσει κάποιου είδους μέθοδο αμφιδρόμησης για να μοιράσει το εύρος ζώνης

(bandwidth) μεταξύ των δύο κατευθύνσεων μετάδοσης. Σε αυτό το κεφάλαιο θα δώσουμε μία σύντομη περιγραφή των δύο παραδοσιακών μεθόδων αμφιδρόμησης, ήτοι χρονοδιαιρετική αμφιδρόμηση (TDD) και συχνοδιαιρετική αμφιδρόμηση (FDD). Στη συνέχεια ακολουθεί μία περιγραφή της μεθόδου αμφιδρόμησης Zipper.

5.1 Χρονοδιαιρετική Αμφιδρόμηση (TimeDivisionDuplexing)

Δεν είναι πάντα πλεονέκτημα να μοιράζεται η χωρητικότητα (capacity) του καναλιού προκειμένου να αποφευχθεί η διαφωνία εγγύς άκρου (NEXT). Όταν η χωρητικότητα, σε ένα ορισμένο εύρος ζώνης (bandwidth), για ένα περιορισμένο σύστημα διαφωνία εγγύς άκρου (NEXT) είναι μεγαλύτερη από τη μισή δυνατότητα ενός περιορισμένου συστήματος απομακρυσμένου άκρου (FEXT) δεν απαιτείται μέθοδος αμφιδρόμησης. Σε αυτή την περίπτωση μία πλήρης αμφίδρομη ρύθμιση όπου το εύρος ζώνης (bandwidth) δεν είναι μοιρασμένο παρέχει μεγαλύτερη απόδοση ρυθμού σηματοδότησης (bit rate). Ένα σύστημα πλήρους αμφιδρόμησης χρειάζεται ωστόσο καταστολέα ηχούς για να μειώσει την εγγύ ηχώ που συνήθως είναι πολύ πιο δυνατή από ότι σε NEXT.

Ένας από τους πιο φυσικούς τρόπους διαίρεσης του ενσύρματου καναλιού μεταξύ κατεύθυνσης upstream (αποστολής) και downstream (λήψης) είναι η χρήση χρονοδιαιρετικής αμφιδρόμησης. Αυτό σημαίνει ότι το ενσύρματο κανάλι χρησιμοποιείται είτε για downstream είτε για upstream επικοινωνία, ποτέ όμως και προς τις δύο κατευθύνσεις την ίδια στιγμή. Αυτό κάποιες φορές αναφέρεται ως ημι-αμφιδρόμηση. Με την TDD απαιτείται μία σιωπηρή περίοδος επιτήρησης μεταξύ της αλλαγής κατεύθυνσης μετάδοσης έτσι ώστε το σήμα από την άλλη άκρη να μπορεί να μεταδοθεί μέσα από το καλώδιο και να σβήσει. Αυτή η σιωπηρή περίοδος επιτήρησης πρέπει να διατηρείται όσο το δυνατόν μικρότερη για να επιτευχθεί υψηλή αποδοτικότητα αμφιδρόμησης.

Η TDD μπορεί να χρησιμοποιηθεί ουσιαστικά με οποιαδήποτε μέθοδο διαμόρφωσης, μονής φέρουσας καθώς και πολλαπλής φέρουσας και διαμόρφωση βασισμένη σε συστοιχία φίλτρων. Για να επιτραπεί κάποια ελαστικότητα στο τμήμα της χωρητικότητας (capacity), μία δομή υπερπλαισίου με καθορισμένο μήκος εγκαθίσταται συνήθως, αποτελούμενη από έναν αριθμό συμβόλων upstream και έναν αριθμό συμβόλων downstream διαχωρισμένων από την περίοδο επιτήρησης.

Ο σχετικός αριθμός συμβόλων upstream και downstream καθορίζει τον τομέα χωρητικότητας και μπορεί εύκολα να αλλάξει κατά τη λειτουργία. Έτσι το ποσοστό ανάμεσα σε ρυθμούς σηματοδότησης (data rate) upstream και downstream μπορεί να

προσαρμοστεί οποιαδήποτε στιγμή. Θα πρέπει να θυμάται κανείς ωστόσο ότι όλα τα μόντεμ που επικοινωνούν με το ίδιο σύνολο καλωδίων πρέπει να χρησιμοποιούν την ίδια δομή υπερπλαισίου και κατανομή upstream/downstream.

Ένα ελκυστικό χαρακτηριστικό της TDD είναι ότι το αναλογικό μετωπικό άκρο (AFE) γίνεται πιο απλό από ότι για άλλες μεθόδους αμφιδρόμησης. Αφού η μετάδοση και η λήψη ποτέ δεν γίνονται την ίδια στιγμή δεν υπάρχει ανάγκη για υβρίδιο και/ή αναλογικά φίλτρα για τη μείωση της ισχύος της εγγύς ηχούς.

Οι απαιτήσεις στον ADC (αναλογικό-ψηφιακό μετατροπέα) είναι πιο χαμηλές αφού χρειάζεται μόνο να υπολογιστούν οι διαστάσεις για τη διαχείριση της δυναμικής του λαμβανόμενου σήματος όταν δεν υπάρχει ηχώ στο σήμα.

Εάν επιθυμούμε να δώσουμε σε όλους τους χρήστες σε μία ομάδα καλωδίων το ίδιο ποσοστό μεταξύ upstream και downstream, η TDD είναι μία καλή επιλογή μεθόδου αμφιδρόμησης. Από την άλλη μεριά, εάν επιθυμούμε ένα μείγμα υπηρεσιών, όπου οι χρήστες κοντών καλωδίων να έχουν περισσότερο ασύμμετρους ρυθμούς από τους χρήστες μακριών καλωδίων, ή αντιστρόφως, είναι προτιμητέο ένα σύστημα διαίρεσης συχνότητας .

Ένα μειονέκτημα της TDD είναι ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει το φάσμα κάτω των 2 MHz με αποτελεσματικό τρόπο, λόγω προβλημάτων συμβατότητας με το ADSL.. Ένα άλλο μειονέκτημα με την TDD είναι ότι όλα τα μόντεμ στο δίκτυο πρέπει να είναι συγχρονισμένα το ένα με το άλλο για την αποφυγή NEXT. Σε ένα μη-περιορισμένο περιβάλλον αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει πρόβλημα, αφού η χρήση ενός κοινού κύριου ρολογιού μπορεί να μην είναι εφικτή.

5.2 Συχνοδιαιρετική Αμφιδρόμηση (Frequency Division Duplexing)

Η συχνοδιαιρετική αμφιδρόμηση (FDD) είναι μία άλλη κλασσική μέθοδος αμφιδρόμησης. Με την FDD το εύρος ζώνης (bandwidth) διαιρείται σε ξεχωριστές ραδιοσυχνότητες, και κάθε ραδιοσυχνότητα χρησιμοποιείται είτε στην κατεύθυνση upstream είτε στην downstream. Όπως και με την TDD, η FDD μπορεί να χρησιμοποιηθεί με οποιοδήποτε είδους μέθοδο διαμόρφωσης. Το πρότυπο για το ADSL είναι βασισμένο σε διαμόρφωση FDD και DMT. Το ADSL σχεδιάστηκε μόνο για ασύμμετρες υπηρεσίες, αλλά το VDSL θα μπορεί να προσφέρει τόσο συμμετρικές όσο και ασύμμετρες υπηρεσίες.

Τα κύρια πλεονεκτήματα με την FDD είναι ότι δεν απαιτεί συγχρονισμό των μόντεμ σε ολόκληρο το σύστημα, και μαζί με διαμόρφωση CAP μπορεί να προσφέρει μία απλή λύση.

Ωστόσο, μία απλή εφαρμογή προσφέρει μειωμένη ευελιξία όσον αφορά τον διαμερισμό της χωρητικότητας και είναι δύσκολη η επαναρύθμιση των μόντεμ μετά την εγκατάσταση. Όταν οριστεί ο αριθμός των ζωνών συχνοτήτων δεν μπορεί να αλλάξει και αν το εύρος και η θέση των ζωνών συχνότητας πρόκειται να αλλάξουν τότε τα αναλογικά φίλτρα που τις διαχωρίζουν πρέπει να είναι συντονίσιμα. Οι ζώνες επιτήρησης μεταξύ up- και downstream συχνοτήτων αποτελούν απώλεια αποτελεσματικότητας και για τη μείωση αυτής της απώλειας τα ζωνοπερατά φίλτρα (band pass) πρέπει να είναι αρκετά απότομα.

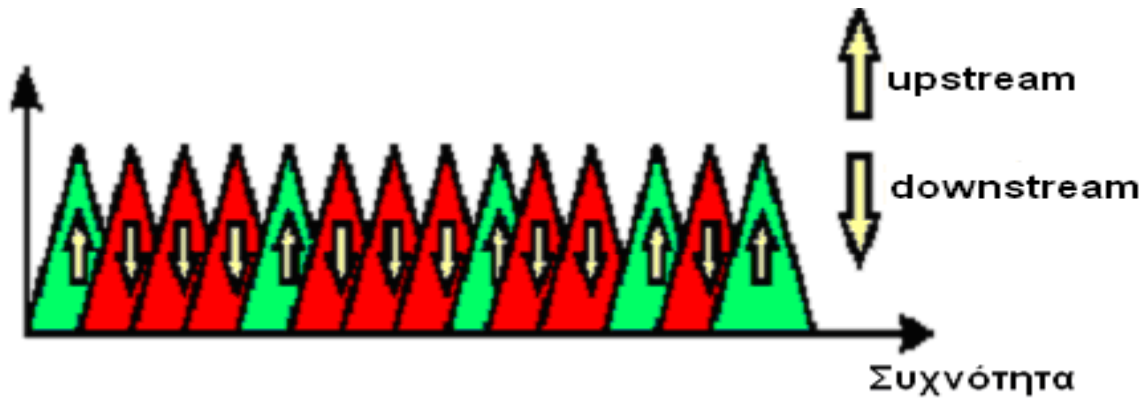
Για τοVDSL είναι επιθυμητή η χρήση περισσότερων από μίας ζώνης συχνοτήτων σε κάθε κατεύθυνση αμφιδρόμησης.

Ο λόγος για αυτό είναι ότι υπάρχει μία μεγάλη διακύμανση στο χρησιμοποιήσιμο εύρος συχνότητας για τα μόντεμ σε διαφορετικά μήκη καλωδίου. Ένα μόντεμ σε μία γραμμή 1500μ. μπορεί να χρησιμοποιήσει μόνο ένα εύρος ζώνης (bandwidth) περίπου 3 MHz, ενώ ένα μόντεμ με μία γραμμή μήκους 300μ. μπορεί να χρησιμοποιήσει περισσότερα από 15 MHz. Για να εξασφαλίσουμε ότι όλοι οι χρήστες έχουν ικανοποιητική απόδοση προτείνονται τουλάχιστον δύο ζώνες συχνοτήτων σε κάθε κατεύθυνση αμφιδρόμησης. Με τον αυξανόμενο αριθμό των ζωνών συχνότητας η πολυπλοκότητα ενός συστήματος FDD αυξάνεται επίσης. Ένα σύστημα FDD χρειάζεται μία πλήρη δομή πομπού-δέκτη: διαμορφωτή, αποδιαμορφωτή, εξισωτή, φίλτρα κ.λπ. για κάθε ζώνη συχνότητας.

5.3 Μέθοδος Zipper

Η μέθοδος αμφιδρόμησης Zipper είναι μία πρόσφατη τεχνική αμφιδρόμησης που είναι βασισμένη σε μία ιδέα του Mikael Isaksson στην Telia Research στο LUleå. Αφορά τη διαμόρφωση DMT και διαιρεί το εύρος ζώνης (bandwidth) εξετάζοντας τους διάφορους τόνους στις διευθύνσεις upstream και downstream, βλ. Σχήμα 5.3. Παραδείγματος χάριν, εάν επιθυμούμε συμμετρικούς ρυθμούς σηματοδοσίας (bit rates) κάθε δεύτερος τόνος μπορεί να αποδίδεται σε αντίθετη κατεύθυνση. Από αυτή τη ρύθμιση παίρνει το όνομά της η μέθοδος Zipper (φερμουάρ). Για να εξασφαλίσουμε την ορθογωνικότητα μεταξύ των σημάτων upstream και downstream, όλα τα μόντεμ σε ένα σύστημα Zipper πρέπει να είναι συγχρονισμένα (παρόμοια με την TDD) έτσι ώστε η μετάδοση νέων πλαισίων DMT να ξεκινά ταυτόχρονα σε όλα τα μόντεμ. Επιπλέον, για την αντιστάθμιση της καθυστέρησης διάδοσης στα καλώδια η μέθοδος Zipper χρειάζεται μία επιπλέον κυκλική προέκταση, η οποία ονομάζεται κυκλικό επίθεμα (CS). Το μήκος αυτού του κυκλικού

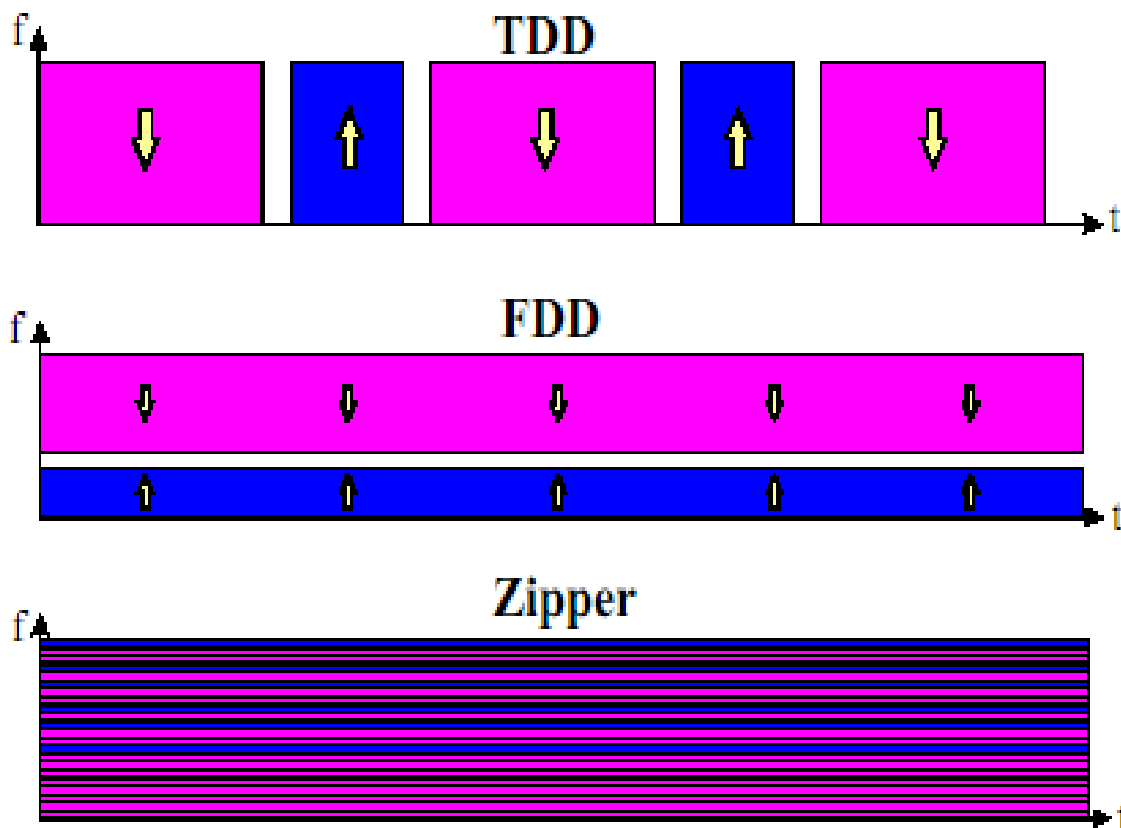
επιθέματος πρέπει να είναι τουλάχιστον τόσο μακρύ όσο η καθυστέρηση διάδοσης στο μακρύτερο καλώδιο που χρησιμοποιείται στο σύστημα VDSL.



Σχήμα 5.3 Η αρχή του zipper

Το βασικό πλεονέκτημα με τη μέθοδο Zipper είναι ίσως η ευελιξία που προσφέρει. Ένα σύστημα Zipper μπορεί με τη γενική έννοια να θεωρηθεί ως σύστημα FDD με πολύ μεγάλο αριθμό ζωνών συχνότητας. Ωστόσο, οι διαφορετικές ζώνες δεν είναι ανεξάρτητες όσον αφορά τις συχνότητες, υπερκαλύπτονται όσον αφορά τις συχνότητες αλλά είναι μαθηματικά ορθογώνιες η μία στην άλλη. Αυτή η πολύ μεγάλη ομάδα τόνων (ζώνες συχνότητας) μπορεί σε χρόνο εκτέλεσης να αναδιανεμηθούν με οποιοδήποτε δυνατό τρόπο για να διαχωρίσουν τη χωρητικότητα μεταξύ κατεύθυνσης upstream και downstream. Επιλέγοντας διαφορετικές διανομές τόνων μπορεί να επιτευχθεί σχεδόν οποιαδήποτε αναλογία μεταξύ upstream και downstream ρυθμών σηματοδότησης.

Η αναλογία ρυθμού σηματοδότησης (rate ratio) μπορεί επίσης να εξαρτηθεί από το μήκος του καλωδίου καθώς και να είναι ανεξάρτητη από το μήκος του εάν είναι απαραίτητο. Αφού η κατανομή τόνων μπορεί εύκολα να αλλάξει κατά τη διάρκεια της ημέρας, η μέθοδος Zipper μπορεί να διευθετήσει καλύτερα τα διαφορετικά φορτία κίνησης που παρουσιάζουν τα συστήματα VDSL. Καθώς το είδος των υπηρεσιών που οι συνδρομητές χρησιμοποιούν αλλάζει κατά τη διάρκεια της ημέρας το ποσοστό ρυθμού σηματοδότησης (bit rate) επίσης αλλάζει. Όπως η παραδοσιακή FDD, έτσι και η Zipper μπορεί να γίνει φασματικά συμβατή με το ADSL. Το Σχήμα 5.3α παρουσιάζει μία σύγκριση των TDD, FDD, και Zipper χρησιμοποιώντας πλέγμα χρόνου-συχνότητας.



Σχήμα 5.3α : Απεικόνιση TDD, FDD, και Zipper σε πλέγμα χρόνου-συχνότητας. Το πιο σκούρο χρώμα αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση upstream (αποστολής).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

6.1 Τεχνολογία πρόσβασης του VDSL

Η VDSL είναι η τεχνολογία που προσφέρει τις υψηλότερες ταχύτητες απ όλες τις διαθέσιμες τεχνολογίες DSL. Επιτυγχάνοντας ταχύτητες μέχρι και 52 Mbps, το VDSL είναι η επόμενη γενεά DSL αφού παρέχει την υψηλότερη ρυθμοαπόδοση και τις απλούστερες απαιτήσεις εφαρμογής ακόμα και από το ADSL. Το VDSL αρχικά είχε την ονομασία VADSL (**V**ery-**H**igh-**D**ata-**R**ate **A**symmetrical **D**igital **S**ubscriber **L**ine) αλλά πήρε την σημερινή του ονομασία από την ομάδα εργασίας Ansi T1E1.4. Ο κύριος λόγος που αποφασίστηκε να αλλάξει η ονομασία της VADSL είναι ότι σε αντίθεση με την ADSL η VDSL μπορεί να είναι και ασύμμετρικη και συμμετρική ενώ είναι σχεδόν δέκα φορές γρηγορότερα από την ADSL. Στον πίνακα 2 γίνεται μια σύγκριση των διαφόρων

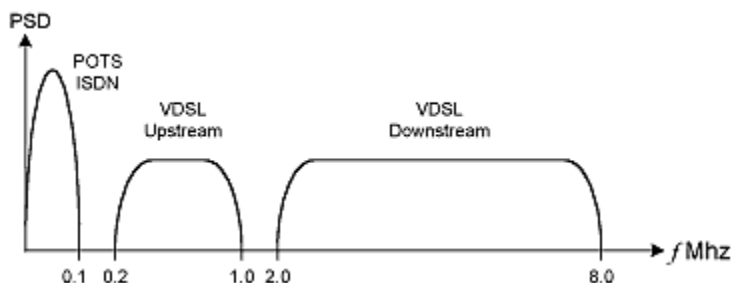
τεχνολογιών DSL που είναι διαθέσιμες σήμερα. Είναι εύκολο να διαπιστώσει κανείς ότι η VDSL είναι η τεχνολογία με το υψηλότερο εύρος ζώνης για ασυμμετρικές και συμμετρικές εφαρμογές, και είναι ιδανική για τα ευρυζωνικά δίκτυα πλήρους υπηρεσιών.

Τύπος DSL e	Συμμετρική/ασυμμετρική	Loop Range (kft)	Downstream (Mbps)	Upstream (Mbps)
IDSL	συμμετρική	18	0.128	0.128
SDSL	συμμετρική	10	1.544	1.544
HDSL (2 pairs)	συμμετρική	12	1.544	1.544
ADSL G.lite	ασυμμετρική	18	1.5	0.256
ADSL	ασυμμετρική	12	6	0.640
VDSL	ασυμμετρική	3	26	3
	συμμετρική	1	52	6
	συμμετρική	3	13	13
	συμμετρική	1	26	26

Πίνακας 6.1 Τύποι xDSL

Όπως άλλες τεχνολογίες DSL, έτσι και η VDSL χρησιμοποιεί το διαθέσιμο φάσμα υψηλών συχνοτήτων πέρα από τον τυποποιημένο χαλκό και με υψηλότερες σαφώς συχνότητες από αυτές που χρησιμοποιούσαν η τηλεφωνικές συνδέσεις PSTN και ISDN. Αυτή η μέθοδος καλείται ως data-and video over voice. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει στους οργανισμούς παροχής τηλεπικοινωνιών να χρησιμοποιούν την υπάρχουσα υποδομή χαλκού για την παράδοση των ευρυζωνικών υπηρεσιών για τις ίδιες φυσικές εγκαταστάσεις. Το φάσμα συχνοτήτων όπου η VDSL κυμαίνεται είναι από 200 kHz ως 30 MHz. Η πραγματική φασματική κατανομή ποικίλλει αναλόγως των γραμμών και αν η σύνδεση είναι ασυμμετρική ή συμμετρική. Η ζώνη βάσης για τα POTS και την υπηρεσία

ISDN συντηρείται με τη χρησιμοποίηση παθητικών φίλτρων . Το σχήμα 6.1 παρουσιάζει ένα παράδειγμα της φασματικής κατανομής για ασυμμετρικό VDSL με downstream ταχύτητα 25,92 Mbps και upstream 3,24 Mbps.



Σχήμα 6.1. Ασυμμετρική φασματική κατανομή

6.2 Ασυμμετρικό VDSL

Το VDSL μπορεί να υποστηρίξει το πλήθος των ασυμμετρικών ευρυζωνικών υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένης της ψηφιακής τηλεόρασης, της ραδιοφωνικής μετάδοσης, της βιντεοπαραγγελίας (VoD), την πρόσβαση στο διαδίκτυο με υψηλές ταχύτητες, της τηλεεκπαίδευσης και της τηλεϊατρικής οι οποίες είναι μερικές από τις πολλές υπηρεσίες που μπορεί να υποστηρίξει η τεχνολογία VDSL. Η παράδοση αυτών των υπηρεσιών απαιτεί υψηλότερο εύρος ζώνης για το downstream και μικρότερο για το upstream κανάλι και γι αυτό το λόγο είναι ασυμμετρική. Παραδείγματος χάριν, η HDTV απαιτεί 18 Mbps για το downstream ενώ για το upstream απαιτεί μόνο τη μετάδοση σημάτων πληροφοριών (δηλ., αλλαγή καναλιών ή επιλογή προγράμματος), τα οποία χρειάζονται μόνο μερικά kbps. Στους πίνακες 6.2 και 6.2A που ακολουθούν περιέχονται οι τυπικές ταχύτητες upstream και downstream για το ασυμμετρικό VDSL

Τυπικές αποστάσεις	Bit Rate (Mbps)	Symbol Rate (Mbps)	Σχόλια
Μικρές αποστάσεις, 1 kft	51.84	12.96	υποχρεωτικό
	38.88	12.96	
	29.16	9.72	προαιρετικό
	25.92	12.96	

Μεσαίες αποστάσεις 3kft	25.92	6.48	υποχρεωτικό
	22.68	5.67	
	19.44	6.48	
	19.44	4.86	προαιρετικό
	16.20	4.05	
	14.58	4.86	
	12.96	6.48	
Μεγάλες αποστάσεις 4,5 kft	12.96	3.24	υποχρεωτικό
	9.72	3.24	προαιρετικό
	6.48	3.24	

Πίνακας 6.2 : Ταχύτητες downstream για το ασυμμετρικό VDSL

Τυπικές αποστάσεις	Bit Rate (Mbps)	Symbol Rate (Mbps)	Σχόλια
Μικρές αποστάσεις, 1 kft	6.48	0.81	υποχρεωτικό
	4.86	0.81	προαιρετικό
	3.24	0.81	
Μεσαίες αποστάσεις 3kft	3.24	0.405	υποχρεωτικό
	2.43	0.405	προαιρετικό
	1.62	0.405	
Μεγάλες αποστάσεις 4,5 kft	3.24	0.405	υποχρεωτικό
	2.43	0.405	προαιρετικό
	1.62	0.405	

Πίνακας 6.2A : Ταχύτητες upstream για το ασυμμετρικό VDSL

6.3 Συμμετρικό VDSL

Το VDSL έχει ως σκοπό επίσης να παρέχει τις συμμετρικές υπηρεσίες για μικρούς και μεσαίους επιχειρησιακούς πελάτες, για εταιρικές επιχειρήσεις, για εφαρμογές υψηλών ταχυτήτων ,για εφαρμογές τηλεσυνεδριάσεων κ.λπ. Το συμμετρικό VDSL μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη πλήθος άλλων επιχειρησιακών εφαρμογών.

Typical Service Range	Bit Rate (Mbps)	Downstream Symbol Rate (Mbps)	Upstream Symbol Rate (Mbps)
Μικρές αποστασεις, 1 kft	25.92	6.48	7.29
	19.44	6.48	7.29
Μεσαίες αποστασεις, 3 kft	12.96	3.24	4.05
	9.72	3.24	2.43
	6.48	3.24	3.24

Πίνακας 6.3. Ταχύτητες συμμετρικού VDSL

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΟΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΕΙ Η VDSL

Η τεχνολογία VDSL προσφέρει ποικίλες ταυτόχρονες υπηρεσίες που παλαιότερα ήταν αδύνατο να προσφερθούν από κάποια άλλη υπηρεσία και δημιουργεί την ευκαιρία για τους φορείς παροχής υπηρεσιών να παραδώσουν τις νέες υπηρεσίες πολυμέσων. Οι πάροχοι των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών μπορούν χάρη στην VDSL τεχνολογία να επεκτείνουν τις επιχειρήσεις τους με την προσφορά πλήρους υπηρεσιών και ενός πλήθους των πολυμεσικών και τηλεοπτικών εφαρμογών. Αυτό επιτρέπει στις εταιρίες παροχής να ανταγωνιστούν επάξια τους προμηθευτές καλωδιακής τηλεόρασης που εως τώρα αποτελούσαν μονοπώλιο σε αυτό τον τομέα

VDSL Εφαρμογές	πολυμέσα	Υψηλής ταχύτητας πρόσβαση στο internet
βιντεοπαραγγελία	broadcast digital TV	τηλεκπαίδευση
τηλεϊατρική	interactive video	τηλεοπτική σύσκεψη
HDTV	electronic commerce	electronic publishing
intranet και τηλεργασία	video games	karaoke on demand

Πίνακας 7: Εφαρμογές του VDSL

Αρχικά το ADSL σχεδιάστηκε για να προσφέρει στους χρήστες μια πλήρης ακολουθία των ευρυζωνικών υπηρεσιών, γιατί όμως στην πορεία έγινε τόσο μεγάλη η ανάγκη για την τεχνολογία VDSL; Η πραγματικότητα είναι ότι ADSL είναι μια τεχνολογία που μακροπρόθεσμα έχει περιορισμένες δυνατότητες ώστε να μπορεί να προσφέρει μια πλήρη σειρά των ευρυζωνικών υπηρεσιών. Το VDSL αφ' ετέρου, είναι καλά σχεδιασμένο ώστε να μπορεί να παρέχει αυτές τις υπηρεσίες τόσο στο παρόν όσο και στο μέλλον.

Εφαρμογή	Downstream	Upstream	ADSL	VDSL
Internet access	400 kbps–1.5 Mbps	128 kbps–640 kbps	ναι	ναι
Web hosting	400 kbps–1.5 Mbps	400 kbps–1.5 Mbps	Σήμερα μονο	ναι
video conferencing	384 kbps–1.5 Mbps	384 kbps–1.5 Mbps	Σήμερα μονο	ναι
video on demand	6.0 Mbps–18.0 Mbps	64 kbps–128 kbps	Σήμερα μονο	ναι
interactive video	1.5 Mbps–6.0 Mbps	128 kbps–1.5 Mbps	Σήμερα μονο	ναι
telemedicine	6.0 Mbps	384 kbps–1.5 Mbps	Σήμερα μονο	ναι
distance learning	384 kbps–1.5 Mbps	384 kbps–1.5 Mbps	Σήμερα μονο	ναι

multiple digital TV	6.0 Mbps–24.0 Mbps	64 kbps–640 kbps	Σήμερα μονο	ναι
telecommuting	1.5 Mbps–3.0 Mbps	1.5 Mbps–3.0 Mbps	οχι	ναι
multiple VoD	18 Mbps	64 kbps–640 kbps	οχι	ναι
high-definition TV	16 Mbps	64 kbps	οχι	ναι
Note: based on ITU ADSL standard 6 Mbps, 640 kbps				

Πίνακας 7Α. Απαιτήσεις εφαρμογής: ADSL vs. VDSL

7.1 Υπηρεσίες τηλεφωνίας

Η βασικότερη υπηρεσία για τους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς είναι η ζωτικής σημασίας παροχή τηλεφωνίας. Και είναι τόσο σημαντική αυτή η υπηρεσία που οι καταναλωτές θεωρούν δεδομένο ότι όταν το χρειαστούν το τηλέφωνο τους θα λειτουργήσει. Η τεχνολογία VDSL όπως και άλλες τεχνολογίες DSL υποστηρίζει μια επιπλέον σύνδεση για την παροχή της τηλεφωνίας παράλληλα με την παροχή των άλλων υπηρεσιών. Η φωνή άνω της IP (**Voice over IP**) και η φωνητική τηλεφωνία διαμέσου της τεχνολογίας του ATM (VToA) προκύπτουν για να παρέχουν δεδομένη ποιότητα στις υπηρεσίες τηλεφωνίας για ένα ψηφιακό δίκτυο. Επειδή το ATM μπορεί να μεταφέρει επικοινωνία βασισμένη στην IP, το ATM over VDSL θα υποστηρίζει και τα δύο ψηφιακά τηλεφωνικά πρότυπα καθώς το υψηλό εύρος ζώνης του VDSL παρέχει περισσότερα παραγόμενα κανάλια φωνής.

7.2 Υψηλής ταχύτητας πρόσβαση στο διαδίκτυο

Η πρόσβαση στο διαδίκτυο με υψηλές ταχύτητες είναι πρωτίστης σημασίας για όλους και κυρίως για τους κατ'οίκον χρήστες, τις μικρές επιχειρήσεις, τα ξενοδοχεία, για αδιάφορους οργανισμούς και για πολλούς ακόμη καταναλωτές. Το Διαδίκτυο εξαπλώνεται με γοργούς ρυθμούς και μαζί του αυξάνεται και η ανάγκη να μπορεί αυτό να ανταποκριθεί στην ανάγκη των νέων προηγμένων υπηρεσιών και εφαρμογών κάτι που απαιτεί την διαθεσιμότητα του κατάλληλου λογισμικού, του εξοπλισμού της πρόσβασης κ.α. Αυτές οι νέες εφαρμογές απαιτούν περισσότερους πόρους από αυτούς που μπορεί να προσφέρει η υπάρχουσα υποδομή, η οποία περιορίζει τη δυνατότητα κέρδους από την παροχή αυτών των εφαρμογών. Κάποιες άλλες τεχνολογίες DSL, όπως η ADSL

μπορούν να ικανοποιήσουν τις περιορισμένες απαιτήσεις των σημερινών εφαρμογών σύντομα όμως οι εφαρμογές θα απαιτούν πολύ μεγαλύτερο εύρος ζώνης. Αντίθετα η τεχνολογία VDSL μπορεί να υποστηρίξει τις σημερινές εφαρμογές και έχει το υπόβαθρο να υποστηρίξει και τις αναδυόμενες εφαρμογές του αύριο, παρέχοντας κατά συνέπεια τις νέες ευκαιρίες για την αύξηση εισοδήματος συντηρώντας ταυτόχρονα την επένδυση στην τεχνολογία DSL. Δεδομένου ότι το Διαδίκτυο εξαπλώνεται και αναπτύσσεται τόσο εγκαταλείπεται η αρχιτεκτονική backbone και αντικαθίσταται από το ATM . Το ATM είναι η τεχνολογία που προτιμάτε από το FSAN για την υποστήριξη του αυξανόμενου φορτίου που απαιτούν οι καθημερινές διαδικασίες για την διαχείριση και αποστολή κρίσιμων εφαρμογών . Η αρχιτεκτονική του ATM επιλέχτηκε διότι το ενιαίο δίκτυο του ATM μπορεί να υποστηρίξει ταυτόχρονα εφαρμογές όπως δεδομένα, ήχο και βίντεο σε αντίθεση με άλλα δίκτυα που δεν μπορούν να υποστηρίξουν παράλληλα όλες αυτές τις εφαρμογές. Ο συνδυασμός του VDSL και του ATM παρέχει σήμερα τις υπηρεσίες με μια αρχιτεκτονική που θα υποστηρίξει τις αναδυόμενες εφαρμογές του αύριο.

7.3 VDSL–Υπηρεσίες βίντεο

Η VDSL παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να απολαμβάνουν ένα πλήθος των ψηφιακών τηλεοπτικών υπηρεσιών , υπηρεσίες τηλεφωνίας και υπηρεσιών Διαδικτύου. Η VDSL έχει την ικανότητα να υποστηρίξει την ψηφιακή τηλεόραση , την ραδιοφωνική μετάδοση, τη βιντεοπαραγγελία, και τη HDTV διαμέσου του τυποποιημένου χάλκινου ζεύγους καλωδίων. Ο εξοπλισμός HEAD-END μπορεί να βρεθεί κεντρικά ή να διανεμηθεί μέσα στο δίκτυο, που μεταφέρει το εγγυημένο εύρος ζώνης άνω του ATM στον τοπικό κόμβο πρόσβασης. Όλα τα κανάλια προγραμματισμού είναι διαθέσιμα και μεταστρεφόμενα στον κόμβο πρόσβασης και μεταφέρονται στις εγκαταστάσεις πελατών μέσω VDSL. Οι σημερινές υπάρχουσες εγκαταστάσεις καλωδίων παραδίδουν το αναλογικό βίντεο, και η μετάβαση σε ψηφιακό αρχίζει αμέσως. Αυτά τα συστήματα πρέπει επίσης να αναβαθμιστούν για να υποστηρίξουν VoD και να απαιτήσουν μια μελέτη για να υποστηρίξουν τη HDTV. Ενώ οι πάροχοι DBS μπορούν να προσφέρουν τις ψηφιακές υπηρεσίες βίντεο και HDTV, τα συστήματά τους δεν υποστηρίζουν τις υπηρεσίες VoD ή Διαδικτύου. Εκτός από τις ψηφιακές υπηρεσίες βίντεο και Διαδικτύου, η VDSL υποστηρίζει επίσης τις διαλογικές τηλεοπτικές υπηρεσίες, την Web TV, το ηλεκτρονικό εμπόριο, το τηλεοπτικό σύστημα τηλεσυνεδριάσεων, και τα τηλεοπτικά παιχνίδια, που αντιπροσωπεύουν ένα σύνολο υπηρεσιών αυτήν την περίοδο μη διαθέσιμων από το καλωδιακό δίκτυο ή τους χειριστές DBS.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : VDSL2

8.1 Τυποποίηση VDSL

Οι προσπάθειες να τυποποιηθεί το VDSL άρχισαν το 1995 με διάφορα ταυτόχρονα προγράμματα που ξεκίνησαν στις οργανώσεις ETSI, ITU και T1E1.4. Το 1997, μια ομάδα φορέων παροχής υπηρεσιών από όλο τον κόσμο ενώθηκε μαζί σε μια οργάνωση γνωστή ως **Full Service Access Network (FSAN)**. Αυτή η ομάδα, που καθοδηγήθηκε από τη British Telecom, ανέπτυξε τις πρώτες απαιτήσεις- προδιαγραφές για από άκρο σε άκρο τεχνολογία VDSL. Εντούτοις, η βιομηχανία δεν ήταν ικανή να επενδύσει στην αρχιτεκτονική FSAN λόγω της τρέχουσας διαμάχης για το ποιος κώδικας διαμόρφωσης VDSL (QAM ή DMT) έπρεπε να χρησιμοποιηθεί. Οι δύο αντίπαλοι υπερασπιστές QAM και DMT περιόρισαν την τυποποίηση VDSL. Επομένως η ανάπτυξη της τεχνολογίας VDSL είχε περιοριστεί στην Κορέα και την Ιαπωνία κυρίως στις multiple-dwelling unit (MDU) εφαρμογές. Κατόπιν το 2003, ένδεκα σημαντικοί προμηθευτές πυριτίου ανήγγειλαν συλλογικά την υποστήριξη για την κωδικοποίηση γραμμών DMT για πρότυπο-βασισμένο στην VDSL, και η ITU επικύρωσε τελικά με την απόφαση G.993.1, η οποία είναι γνωστή ως "VDSL" ή "VDSL1". Τα πρότυπα ήταν μοναδικά δεδομένου ότι υποστήριξαν το DMT στο κύριο μέρος της προδιαγραφής και QAM σε ένα προσαρμοσμένο παράρτημα. Επίσης συμφωνήθηκε ότι οποιαδήποτε νέα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και λειτουργίες σε VDSL1 θα προστίθονταν σε μιας δεύτερης γενεάς πρότυπα, VDSL2, και ότι το πρότυπο VDSL2 θα περιείχε μόνο DMT διαμόρφωση.

8.2 Τυποποίηση VDSL2

Τα πρότυπα VDSL2 (G.993.2) άρχισαν μέσα από την ITU τον Ιανουάριο του 2004, με την εισαγωγή των βορειοαμερικανικών προτύπων ANSI και ETSI. Έφθασε στη συγκατάθεση στη συνεδρίαση της Γενεύης τον Μάιο του 2005 και εγκρίθηκε τον Μάιο του 2006. Ο ελλοχεύων κώδικας διαμόρφωσης DMT είναι ο ίδιος με τα πρότυπα ADSL και ADSL2+, παρέχοντας την φασματική συμβατότητα στις υπάρχουσες υπηρεσίες και επιτρέποντας την διαλειτουργικότητα με την ADSL.

8.2.1 Bandplans

Το VDSL2 είναι αληθινά ένα παγκόσμιο πρότυπο που έχει αναπτυχθεί για να υποστηρίξει την επόμενη γενιά των προηγμένων υπηρεσιών. Το VDSL2 έχει τα πολυάριθμα σχεδιαγράμματα διαμόρφωσης και bandplans για να καλύψει τις περιφερειακές απαιτήσεις των φορέων παροχής υπηρεσιών. Το εύρος ζώνης συχνότητας έχει αυξηθεί σε 30 MHz, με τις επιλογές διαμόρφωσης σε 8,5 MHz, 12 MHz, 17,7 MHz και 30 MHz. Το VDSL2 επίσης υποστηρίζει ασύμμετρη (σχέδιο 998) και συμμετρική (bandplans σχεδίων 997) μετάδοση upstream και downstream. Η επόμενη αναθεώρηση των προτύπων ITU G.992.3 αναμένεται να επεκτείνει το βορειοαμερικανικό bandplan από 12 MHz στο φάσμα συχνότητας 30 MHz .

8.3 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του VDSL2

Εκτιμώντας ότι τα συστήματα VDSL1 λειτουργούν χαρακτηριστικά στα περίπου 3 Kft, ο στόχος του VDSL2 είναι να παρασχεθεί προσιτότητα βρόχων μέχρι και 9 Kft. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, το VDSL2 έπρεπε να ξανασχεδιαστεί με ορισμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα από τα συστήματα ADSL, τα οποία παρέχουν την υπηρεσία για τους πολύ απομακρυσμένους βρόχους. Παραδοσιακά, τα συστήματα VDSL1 χρησιμοποιούν μια τεχνική που απαιτεί ψηφιακά τη μεγιστοποίηση της χρησιμοποίησης του εύρους ζώνης στις upstream και downstream κατευθύνσεις. Αλλά, ψηφιακά λειτουργεί καλά μόνο στους πύκνους βρόχους και δεν εργάζεται καλά όταν χρησιμοποιείται η πρώτη (US0) ζώνη "upstream 0" μεταξύ 20 και 138 kHz.

Κατά συνέπεια, η διαδικασία έναρξης VDSL1 έπρεπε να ξανασχεδιαστεί εντελώς για το VDSL2 .

8.3.1 Προστασία θορύβου ώθησης (INP)

Οι εγκαταστάσεις βρόχων χαλκού είναι επιρρεπείς στις σύντομες ωθήσεις που προκαλούνται από τις εξωτερικές πηγές. Αυτές οι ωθήσεις προκαλούν τις μεγάλες εκρήξεις των λαθών, οι οποίες θα μπορούσαν να ασκήσουν σημαντική επίδραση στην τηλεοπτική εικόνα ποιότητα. Προκειμένου να αφαιρεθούν τα λάθη, το VDSL2 έχει μια ικανότητα προστασίας από τον θορύβου ώθησης (INP). Το INP παρέχει τη δυνατότητα να διορθωθεί οποιοσδήποτε θόρυβος ώθησης λιγότερο από 250 μικροδευτερόλεπτα

(INP=2, λανθάνουσα κατάσταση 8 χιλιοστών του δευτερολέπτου). Το VDSL2 μπορεί ακόμη και να παρέχει τις τιμές προστασίας θορύβου ώθησης μέχρι INP=16, το οποίο αντιστοιχεί στη δυνατότητα να διορθωθεί οποιοσδήποτε θόρυβος ώθησης που είναι λιγότερο από 3,75 χιλιοστά του δευτερολέπτου.

8.3.2 Σύγκλιση PTM-TC μετάδοσης –τρόπος μεταφοράς πακέτων

Εκτός από την κλασική μεταφορά του ATM, το VDSL2 υποστηρίζει τη μεταφορά των πακέτο-βασισμένων υπηρεσιών (π.χ. Πακέτα Ethernet, πακέτα IP, κ.λπ....) Ειδικότερα, το VDSL2 διευκρινίζει έναν τρόπο μεταφοράς πακέτων.

Η λειτουργία σύγκλισης μετάδοσης (PTM-TC) που είναι βασισμένη στο Ethernet και στα πρώτα πρότυπα IEEE802.ah μιλίου (EFM). Το PTM-TC που διευκρινίστηκε στο VDSL2 επεκτάθηκε για να παρέχει δύο χαρακτηριστικά γνώρισμα που δεν περιλαμβάνονται στα IEEE πρότυπα: Προ - emption και σύντομη υποστήριξη πακέτων. Το δικαίωμα προτιμήσεως είναι ένα νέο χαρακτηριστικό γνώρισμα που επιτρέπει στο σύστημα VDSL2 να μεταφέρει αποτελεσματικά πακέτα χαμηλής και υψηλής προτεραιότητας μέσω ενός ενιαίου καναλιού φορέων. Το δικαίωμα προτιμήσεως βελτιώνει τη διαχείριση κυκλοφορίας, σταματώντας τη μετάδοση ενός πακέτου χαμηλής προτεραιότητας (π.χ. πακέτο στοιχείων) όταν πρέπει να διαβιβαστεί ένα πακέτο υψηλής προτεραιότητας (π.χ. πακέτο φωνής). Κατόπιν και εφόσον έχει μεταφερθεί το πακέτο υψηλής προτεραιότητας, η λειτουργία δικαιώματος προτιμήσεως επαναλαμβάνει τη μετάδοση του πακέτου χαμηλής προτεραιότητας. Αυτός ο τρόπος, μετάδοσης πακέτων προτεραιότητας εμπεριέχει ένα ελάχιστο ποσό καθυστέρησης εισαγωγής πακέτων. Το χαρακτηριστικό γνώρισμα υποστήριξης πακέτων υψηλής προτεραιότητας επιτρέπει σε ένα σύστημα VDSL2 να μεταφέρει τα πακέτα μικρότερα των 64 bytes. Ενώ το IEEE802.3 σχεδιάστηκε αποκλειστικά για τη μεταφορά των πακέτων Ethernet μεγαλύτερων των 64bytes, το VDSL2 μπορεί να μεταφέρει οποιοδήποτε τύπου συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που περιέχουν πληροφορία μικρότερη από τα 64bytes όπως τα πακέτα IP

8.3.3 Κοινή διοικητική διεπαφή με ADSL2/2 +

Για πολλούς φορείς παροχής υπηρεσιών, Το VDSL2 αναμένεται να είναι η επόμενη τεχνολογία παραγωγής που θα προσφέρουν μετά από τα ADSL2/2 + συστήματα. Κατά συνέπεια, προβλέπεται ότι πολλές από τις συσκευές VDSL2 που πωλούνται θα είναι

συμβατές με ADSL2/2+. Για αυτόν τον λόγο, το VDSL2 έχει ως σκοπό να παρέχει μια διοικητική διεπαφή που είναι ουσιαστικά ίδια με αυτή των επεκταμένων συστημάτων ADSL2/2+.

8.3.4 Διπλή λανθάνουσα κατάσταση για βελτιωμένο QoS

Είναι ευρέως γνωστό ότι οι διαφορετικές εφαρμογές χρηστών έχουν διαφορετικές φυσικές απαιτήσεις στρώματος QoS όσον αφορά μεταφορά δεδομένων, τη λανθάνουσα κατάσταση, το ποσοστό λάθους και το INP. Δεδομένου ότι VDSL2 στοχεύει συγκεκριμένα στις υπηρεσίες triple-play, τα πρότυπα ITU διευκρινίζουν έναν διπλό τρόπο λειτουργίας λανθάνουσας κατάστασης. Η διπλή λανθάνουσα κατάσταση παρέχει τα βελτιωμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα QoS με τη διευκόλυνση της ταυτόχρονης μεταφοράς των εφαρμογών με διαφορετικές φυσικές απαιτήσεις στρώματος. Παραδείγματος χάριν, η διπλή λανθάνουσα κατάσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μεταφέρει ένα τηλεοπτικό κανάλι με ένα υψηλό INP ενώ ταυτόχρονα να μεταφέρει ένα κανάλι φωνής με την πολύ χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση.

8.3.5 Τρόποι διαγνωστικών βρόχων βασισμένοι σε ADSL2/2+

Μετά από έτη επεκτάσεων του ADSL, οι φορείς παροχής υπηρεσιών έχουν μάθει ότι ο προσδιορισμός ελαττωμάτων DSL είναι προκλητικός. Για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα, το ADSL2/2+ ενίσχυσε τους πομποδέκτες με τις εκτενείς διαγνωστικές ικανότητες που έλυσαν πολλά από τα προβλήματα επέκτασης χειριστών. Κατά συνέπεια, όταν άρχισε η προδιαγραφή του VDSL2, οι φορείς παροχής υπηρεσιών απαίτησαν τα πρότυπα VDSL2 να περιέχουν τις ίδιες διαγνωστικές ικανότητες όπως τα ADSL2/2+. Αυτές οι διαγνωστικές ικανότητες παρέχουν τα εργαλεία για τον εντοπισμό προβλήματος κατά τη διάρκεια αλλά και μετά από την εγκατάσταση. Προκειμένου να εντοπιστούν και να καθοριστούν τα προβλήματα, οι πομποδέκτες του VDSL2 επιτρέπουν τις μετρήσεις όπως ο θόρυβος γραμμών, η μείωση βρόχων, και η σήματος προς θόρυβο αναλογία (SNR) και στις δύο άκρες της γραμμής. Αυτές οι μετρήσεις μπορούν να συλλεχθούν χρησιμοποιώντας έναν ειδικό διαγνωστικό εξεταστικό τρόπο ακόμα και όταν η ποιότητα των γραμμών είναι πάρα πολύ κακή για να ολοκληρωθεί η σύνδεση VDSL.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ VDSL

9.1. Επισκόπηση

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες οι οποίες είναι ανταγωνιστικές προς την VDSL. Εντούτοις, υπάρχουν λίγες τεχνολογίες, οι οποίες μπορούν να παρέχουν τις τριπλές υπηρεσίες στους πελάτες τους όπως η VDSL. Αυτές οι ανταγωνιστικές τεχνολογίες είναι: το καλώδιο (cable), ο δορυφόρος και η ADSL +.

9.2 Υπηρεσία καλωδιακών δικτύων (Cable Network Service)

Το καλωδιακό δίκτυο παρέχει την πρόσβαση στις τηλεοπτικές υπηρεσίες και τις υπηρεσίες φωνής μέσω του ομοαξονικού καλωδίου. Αυτή η τεχνολογία μπορεί να διαβιβάσει τα δεδομένα με ταχύτητες της τάξης των περίπου 30 Mbps στο δίκτυο, χρησιμοποιώντας μια κάρτα διεπαφών δικτύων των 100 Mbps. Εντούτοις, η τεχνολογία καλωδιακού δικτύου χρησιμοποιεί το κοινό εύρος ζώνης μέσα στην τοπική περιοχή γειτονιάς και επομένως, η ταχύτητα στηρίζεται κατά κύριο λόγο στο πόσοι συνδρομητές χρησιμοποιούν το δίκτυο και πόσος όγκος φορτίων είναι διακινείται στην περιοχή συγχρόνως .

9.3. Δορυφόρος

Η χρήση του ψηφιακού δορυφόρου για την πρόσβαση στο διαδίκτυο και για την υπηρεσία TV (δορυφορική τηλεόραση) είναι μια τεχνολογία πρόσβασης με υψηλό εύρος ζώνης, η οποία καλύπτει την ευρύτερη περιοχή. Αυτή η ψηφιακή δορυφορική υπηρεσία έχει το αποδοτικό κόστος του ότι οι επικοινωνίες που απαιτούν σύνδεση μέσω καλωδίου δεν είναι διαθέσιμες για τους πελάτες .

Ο εξοπλισμός που απαιτείται για την ψηφιακή δορυφορική υπηρεσία είναι ένα δορυφορικός δέκτης (πίατο) εξωτερικά του κτιρίου για να λαμβάνει τα στοιχεία που διαβιβάζονται από έναν στάσιμο δορυφόρο. Οι ταχύτητες που μπορούν να επιτευχθούν είναι απεριόριστες για την downstream κατεύθυνση και περίπου 150 Kbps -500Kbps για την upstream κατεύθυνση.

9.4 ADSL+

Η τεχνολογία ADSL + είναι μια εξέλιξη της ADSL και δημιουργήθηκε με σκοπό να επεκτείνει την ικανότητα και την απόδοση παροχής υπηρεσιών τριπλού παιχνιδιού (triple play services) και ειδικότερα στην ύπαιθρο. Η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ ADSL και ADSL + επίκειται στην ταχύτητα λήψης (downstream) . Η ADSL + μπορεί να παρέχει ταχύτητες μέχρι και 24 Mbps στην downstream κατεύθυνση και 3 Mbps στην Upstream. Η υπηρεσία ADSL + μπορεί να προσφέρει τα 2 τηλεοπτικά κανάλια στον χρήστη με τη HDTV και το βίντεο στην υπηρεσία απαίτησης. Συνήθως η ADSL + θεωρείται ως "χάσμα γεφυρών", ονομασία που της αποδίδετε γιατί κατά κάποιο τρόπο είναι η συμπλήρωση (υποκατάστατο) της VDSL στην ύπαιθρο και αυτό γιατί μπορεί να συντηρηθεί μέσα σε μία μέγιστη απόσταση των 10.000 ποδών και όχι στα 4500 πόδια που μπορεί να συντηρηθεί η VDSL.

9.5 Συμπέρασμα για τις εναλλακτικές λύσεις

Όπως μπορεί να διαπιστώσει κανείς παρατηρώντας πίνακα 3 που ακολουθεί , εκτός από την ανώτερη ταχύτητα των 52 Mbps, η VDSL έχει το συγκριτικό πλεονέκτημα του ότι χρησιμοποιεί τις υπάρχουσες γραμμές και δεν χρειάζεται σημαντική βελτίωση των δικτύων όπως το καλωδιακό δίκτυο. Επειδή η VDSL χρησιμοποιεί προσωπική συνδρομητική γραμμή είναι σταθερότερη και ασφαλέστερη από το καλωδιακό δίκτυο και το δορυφόρο, ο οποίος χρησιμοποιεί το κοινό εύρος ζώνης. Ένα άλλο πλεονέκτημα τεχνολογίας έναντι των άλλων "ανταγωνιστικών" τεχνολογιών είναι η ικανότητα να διαμοιράζει το εύρος ζώνης στις διάφορες υπηρεσίες. Εντούτοις, το μειονέκτημα της VDSL είναι ότι όλα τα θετικά που προσφέρει η VDSL περιορίζονται από την απόσταση στην οποία μπορούν να προσφερθούν αυτές οι υπηρεσίες η οποία δεν ξεπερνά τα 4500 πόδια.

	πλεονεκτήματα	μειονεκτήματα
VDSL	Ταχύτητα μέχρι και 52Mbps Χρησιμοποίηση του ήδη υπάρχοντος δικτύου	Περιορισμένη απόσταση από τον χρήστη (3000-4500 ft) Πιθανή παρέμβαση
Καλωδιακό δίκτυο (cable)	Ταχύτητα μέχρι 30Mbps Ισχυρή συνεργασία με τους παρόχους	Μοιραζόμενο εύρος ζώνης (500-2000 ανά γειτονία) Προβλήματα ασφαλείας
Δορυφόρος	Ευρεία περιοχή κάλυψης Κανένας περιορισμός στο εύρος ζώνης	Χαμηλές ταχύτητες για την upstream κατεύθυνση, δυσκολία ανάκτησης, υψηλό κόστος εγκατάστασης
ADSL +	Παροχή υπηρεσιών τριπλού παιχνιδιού σε μεγαλύτερες αποστάσεις από το VDSL, μικρότερο κόστος αναβάθμισης από το VDSL	Περιορισμός στην απόσταση από τον χρήστη (10000 ft)

Πίνακας 9.5 : πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της VDSL, καλωδιακού δικτύου, δορυφόρου και ADSL+.

Κατά συνέπεια, το συμπέρασμα που εξάγεται από τον παραπάνω πίνακα και είναι βασισμένο στην απόδοση κάθε τεχνολογίας είναι ότι η VDSL είναι η καλύτερη τεχνολογία και είναι η πιο κατάλληλη να παρέχει τεχνικά την τριπλή υπηρεσία, λόγω της υψηλής αποδοτικότητας. Εντούτοις, η VDSL έχει έναν κρίσιμο περιορισμό αυτών της απόστασης παροχής των υπηρεσιών και αυτό το μειονέκτημα γίνεται ακόμη μεγαλύτερο σε χώρες με μεγάλη γεωγραφική έκταση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 : ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΤΗΣ VDSL

10.1 Επισκόπηση αγοράς

Η τεχνολογία η VDSL επιτρέπει τώρα στους μικρούς και μεγάλους οργανισμούς τηλεπικοινωνιών να αυξήσουν τα έσοδα τους με την προσφορά των ευρυζωνικών υπηρεσιών τόσο σε οικιακούς χρήστες όσο και σε μεγάλες επιχειρήσεις. Η αξία παροχής της υπηρεσίας "τριπλού παιχνιδιού " στους προμηθευτές είναι πολύ σαφής επειδή θα αυξήσει το εισόδημα ανά συνδρομητή. Με την παροχή "τριπλός παιχνίδι" ή "πλήρους υπηρεσιών"η τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί θα μπορέσουν να αυξήσουν δραστικά το εισόδημα τους καθώς με μία γραμμή , ο πελάτης θα έχει την δυνατότητα να επιλέξει μία μεγάλη δέσμη υπηρεσιών.

10.2 Οικιακή αγορά

Το ενδιαφέρον των περισσότερων προμηθευτών VDSL έχει σαν στόχο την παροχή της τεχνολογίας VDSL στους οικιακούς χρήστες και αυτό γιατί η απαίτηση από την κατηγορία αυτών των χρηστών για μεγάλο εύρος ζώνης ώστε να μπορούν να προμηθεύονται υπηρεσίες όπως το βίντεο είναι πολύ υψηλή. Μια έρευνα από ομάδα Αμερικανών ερευνητών υποστηρίζει τη βιωσιμότητα στην αγορά της VDSL (παράμετρος πολύ σημαντική για τους παρόχους) και αυτό διότι στην εν λόγω έρευνα αποτυπώνεται η επιθυμία των συμμετεχόντων καταναλωτών για την χρήση της VDSL για την προμήθεια υπηρεσιών όπως το βίντεο σε ποσοστό του 50 %.Επίσης στην εν λόγω έρευνα 25 % των καταναλωτών δήλωσε ότι θα προμηθευτεί τις υπηρεσίες αυτές μέσω καλωδιακού δικτύου και ένα 25% μέσω κάποιας άλλης τεχνολογίας.

10.3 Επιχειρησιακή αγορά

Ακόμα κι αν οι φορείς παροχής υπηρεσιών VDSL στόχευσαν αρχικά στην οικιακή αγορά για την επιχείρησή τους, στην πορεία θα πρέπει να εξετάσουν και την επιχειρησιακή αγορά η οποία ομολογουμένως θα είναι πιο συμφέρουσα για την επιχείρησή τους. Οι επιχειρησιακοί πελάτες χρειάζονται το μεγάλο εύρος ζώνης καθώς και συμμετρικές μεταδόσεις στοιχείων περισσότερο από τους οικιακούς χρήστες και γι 'αυτό είναι πρόθυμοι να πληρώσουν το υψηλό μηνιαίο αντίτιμο για την υπηρεσία VDSL .

Η VDSL μπορεί να είναι το προϊόν εκείνο που ήρθε να καλύψει το χάσμα μεταξύ των T1 (1,5 Mbps) και των T3 (45 Mbps) γραμμών. Εκτός από την επιχειρησιακή ευκαιρία αντικατάστασης των μισθωμένων γραμμών η VDSL μπορεί να αποτελέσει μια άριστη λύση δικτύων στις επιχειρησιακές περιοχές με πολλά χωριστά κτήρια. Τέτοιες περιοχές είναι, οι περιοχές νοσοκομείων, πανεπιστημιούπολεις, επιχείρησης, επιχειρησιακά πάρκα, και εργοστάσια. Από την ανάπτυξη των επιχειρησιακών πελατών, καθώς επίσης και τους κατοικημένους πελάτες, οι προμηθευτές VDSL μπορούν να αυξήσουν το εισόδημά τους και να μειώσουν τις δαπάνες βασισμένες στο μεγάλο αριθμό πελατών.

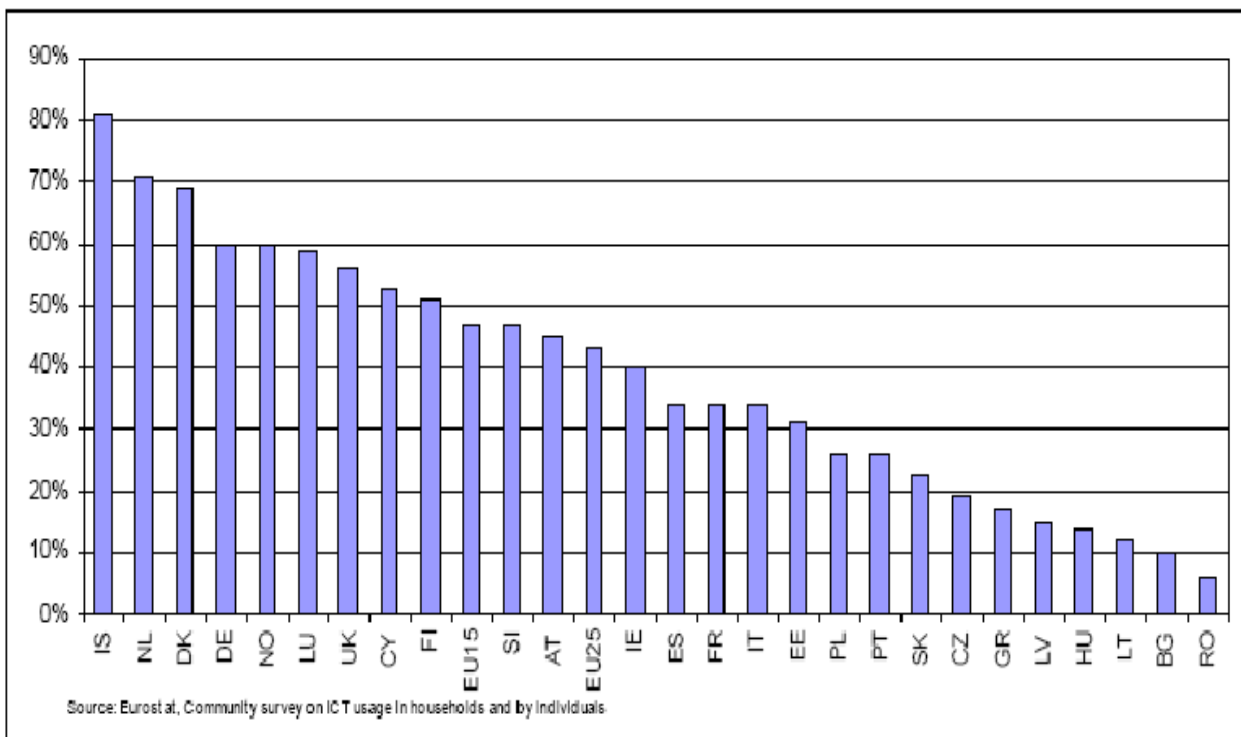
10.4 Συμπέρασμα αγοράς

Από τα παραπάνω θα προσπαθήσουμε να βγάλουμε το συμπέρασμα εάν η VDSL θα γίνει ο κυρίαρχος φορέας παροχής ευρυζωνικών υπηρεσιών. Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα μάλλον είναι αρνητική και οι λόγοι θα αναλυθούν παρακάτω. Ακόμα κι αν η ίδια η VDSL τεχνολογία έχει τα πλεονεκτήματά της και δεν είναι καθόλου κατώτερη από άλλες ανταγωνιστικές τεχνολογίες η αγορά δεν είναι ιδανική για την επιχειρησιακή ανάπτυξη της VDSL γεγονός που οφείλεται κυρίως στο σοβαρό περιορισμό απόστασης που το VDSL αντέχει. Ακόμα κι αν υποθέσουμε ότι στις αστικές περιοχές το 90% των κατοικιών απέχει κατά μέσω όρο 12.000 πόδια (περίπου 4 km) από το κεντρικό γραφείο, αυτό το σημαντικότατο ποσοστό είναι πάρα πολύ μακριά για να του παρέχεται η VDSL και απαιτείται μεγάλη επέκταση των διαδεδομένων δικτύων που εφαρμόζεται ευρέως για την VDSL. Αυτό απαιτεί ένα μεγάλο ποσό περαιτέρω επενδύσεων, το οποίο καθιστά τη βιωσιμότητα της χαμηλού κόστους υπηρεσίας VDSL μάλλον απραγματοποίητη, καθιστώντας το κατά συνέπεια δύσκολο να προσελκύσει πολλούς πελάτες. Η ανεπαρκής βάση πελατών καθιστά τη δομή δαπανών των παρόχων χειρότερη, μην επιτρέποντας σε αυτούς να καλύψουν τις αρχικές δαπάνες επένδυσης και τις μετέπειτα δαπάνες. Κατά συνέπεια αυτό το πρόβλημα με τις δαπάνες υποδομής φαίνεται να είναι ο κύριος λόγος που η VDSL δεν ήταν σε θέση να διαδοθεί γρήγορα και ευρέως. Άρα αυτός ο λόγος μόνο αρκεί για να κατανοήσουμε ότι η VDSL είναι αδύνατο να γίνει η δεσπόζουσα τεχνολογία παροχής ευρυζωνικών υπηρεσιών στο εγγύς μέλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟΤΗΤΑΣ

Οι ευρυζωνικές συνδέσεις αποτελούν σήμερα μια από τις πλέον κρίσιμες και ταχύτερα αναπτυσσόμενες υποδομές σε όλες τις αναπτυγμένες χώρες. Δεδομένου ότι σε αντίθεση με άλλες Ευρωπαϊκές χώρες στην Ελλάδα δεν υπάρχουν υποδομές καλωδιακής τηλεόρασης, η εξέλιξη της ζήτησης για ευρυζωνικές συνδέσεις και υπηρεσίες εξαρτάται κυρίως από την παράλληλη εξέλιξη της διείσδυσης των υπολογιστών και του διαδικτύου στα ελληνικά νοικοκυριά.

Σύμφωνα με συγκριτικά στοιχεία που ανακοινώθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και αφορούν στις αρχές του 2004, η Ελλάδα εντάσσεται σε μια ομάδα χωρών, στις οποίες το ποσοστό νοικοκυριών με πρόσβαση στο διαδίκτυο είναι στην περιοχή του 20%. Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 11 πρωτοπόρα στην πρόσβαση στο διαδίκτυο είναι μια ομάδα βόρειων, κυρίως, χωρών με ποσοστά από 60%-80%.



Διάγραμμα 11: Ποσοστό Νοικοκυριών με σύνδεση στο Διαδίκτυο (2004)

Σύμφωνα με έρευνα του Παρατηρητηρίου για την Κοινωνία της Πληροφορίας, σε περισσότερα από 8.000 νοικοκυριά σε όλη τη χώρα, την περίοδο Μαΐος-Ιούνιος 2005, το ποσοστό των νοικοκυριών με πρόσβαση στο διαδίκτυο ανήρχετο σε 24,2%. Το μέγεθος

αυτό , καταδεικνύει μια σημαντική αύξηση της διείσδυσης του διαδικτύου που εφόσον συνεχιστεί με τον ίδιο ρυθμό θα οδηγήσει, μεσο-βραχυπρόθεσμα σε σύγκλιση με τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο.

Από την ίδια έρευνα προκύπτει ότι η πρόσβαση των νοικοκυριών στο διαδίκτυο γίνεται κατά κανόνα με τη χρήση μη ευρυζωνικών συνδέσεων (67% από dialup γραμμές και 21% από ISDN γραμμές). Παρόλα αυτά, στην ίδια έρευνα αποτυπώθηκε ότι περίπου το 30% των χρηστών που δεν έχει ευρυζωνική σύνδεση θα ενδιαφερόταν για υπηρεσίες όπως παρακολούθηση ταινιών video, ηλεκτρονικές εφημερίδες και ηλεκτρονικά περιοδικά, καταβάλλοντας ένα μικρό αντίτιμο.

11.1 Η ευρυζωνικότητα στην Ευρώπη

Η ευρυζωνικότητα βρίσκεται ψηλά στην ατζέντα της στρατηγικής ανάπτυξης της Ευρωπαϊκής Ένωσης και περιλαμβάνεται στη νέα στρατηγική της Ευρωπαϊκής Επιτροπής i2010, με βασικούς στόχους:

α. τη δημιουργία ενός χώρου ευρωπαϊκής πληροφορίας χωρίς σύνορα (borderless European information space), ο οποίος θα συμπεριλαμβάνει μια εσωτερική αγορά για την ηλεκτρονική επικοινωνία και τις ψηφιακές υπηρεσίες (internal market for electronic communication and digital services). Ο στόχος είναι να επιτευχθεί η σύγκλιση μεταξύ του Διαδικτύου, των τηλεφωνικών επικοινωνιών και της τηλεόρασης.

β. την αύξηση της καινοτομίας και των επενδύσεων σε Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών, τόσο από τον ιδιωτικό όσο και από το δημόσιο τομέα.

γ. την προώθηση της ευρύτερης πρόσβασης στην Κοινωνία της Πληροφορίας, για παράδειγμα για τους ηλικιωμένους και τα άτομα με ειδικές ανάγκες.

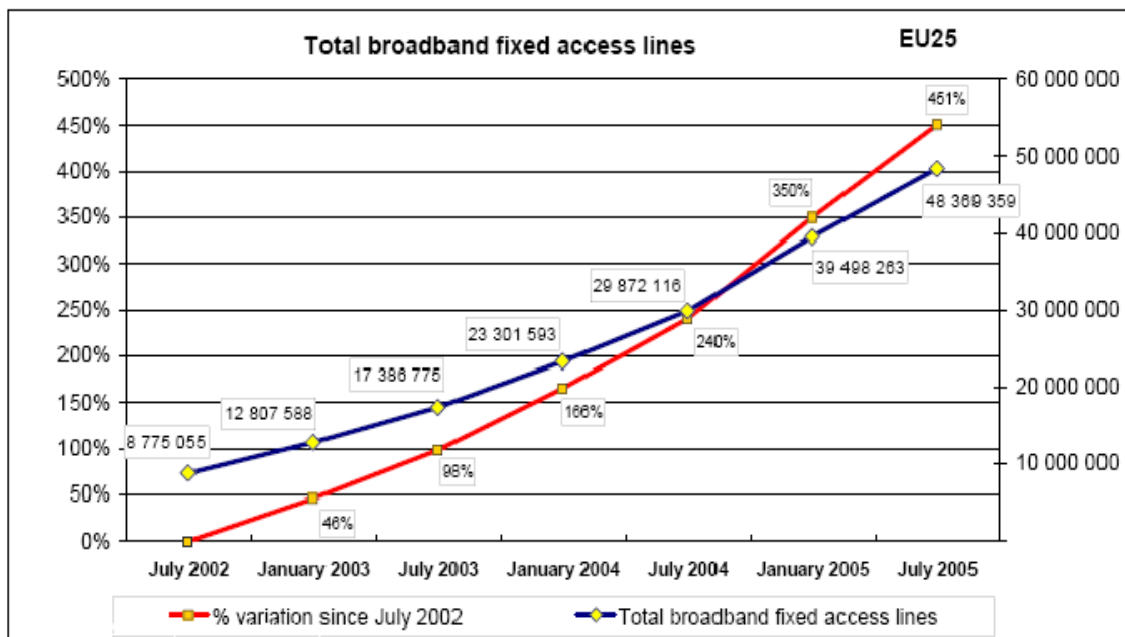
Στο πλαίσιο αυτό, η αύξηση των ευρυζωνικών συνδέσεων εξακολουθεί να είναι εντυπωσιακή με τις λιανικές ευρυζωνικές γραμμές να προσεγγίζουν τα 50 εκ., παρουσιάζοντας αύξηση κατά 22,5% το 1ο εξάμηνο του 2005. Στον πίνακα 11.2 αποτυπώνεται η ανάλυση ανά χώρα της ΕΕ σύμφωνα με τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής από την 1η Ιουλίου 2002 μέχρι την 1^η Ιουλίου του 2005.

	July 2002	January 2003	July 2003	January 2004	July 2004	January 2005	July 2005
BE	691 970	877 364	1 045 867	1 244 736	1 444 673	1 619 756	1 804 133
CZ				101 000	121 000	228 200	436 000
DK	370 463	459 673	606 457	727 906	921 477	1 039 378	1 188 431
DE	2 611 011	3 244 430	3 971 282	4 667 457	5 415 247	6 905 159	8 435 369
EE			58 515	58 515	102 771	138 617	150 246
EL	450	1 689	2 146	10 006	25 931	51 448	93 467
ES	814 337	1 304 770	1 776 418	2 228 169	2 767 627	3 452 706	4 240 339
FR	735 944	1 656 288	2 413 640	3 656 654	4 915 487	6 793 249	8 322 442
IE	1 344	7 387	9 469	34 050	67 530	138 116	177 121
IT	549 716	976 019	1 586 194	2 401 939	3 503 497	4 701 232	5 521 374
CY				10 063	14 520	18 967	18 967
LV					33 904	56 448	85 381
LT			42 518	64 982	88 279	129 053	170 619
LU		7 455	10 282	15 942	25 334	37 019	53 049
HU				187 228	257 016	365 741	457 557
MT					13 738	38 054	41 551
NL	1 016 704	1 213 861	1 579 508	1 908 044	2 372 529	3 084 561	3 642 315
AT	374 640	451 800	527 050	612 600	707 725	827 675	937 830
PL				173 239	219 901	536 738	710 726
PT	150 846	260 296	369 876	500 437	664 045	864 066	1 074 016
SI				60 398	76 339	118 031	156 669
SK				8 275	14 485	51 869	80 385
FI	152 300	269 700	334 950	447 444	572 100	779 929	974 614
SE	588 700	743 800	847 100	1 010 400	1 131 400	1 385 100	1 533 647
UK	716 630	1 333 056	2 205 503	3 172 109	4 395 561	6 137 151	8 063 111
EU15	8 775 055	12 807 588	17 285 742	22 637 893	28 930 163	37 816 545	46 061 258
EU10			101 033	663 700	941 953	1 681 718	2 308 101
EU25			17 386 775	23 301 593	29 872 116	39 498 263	48 369 359

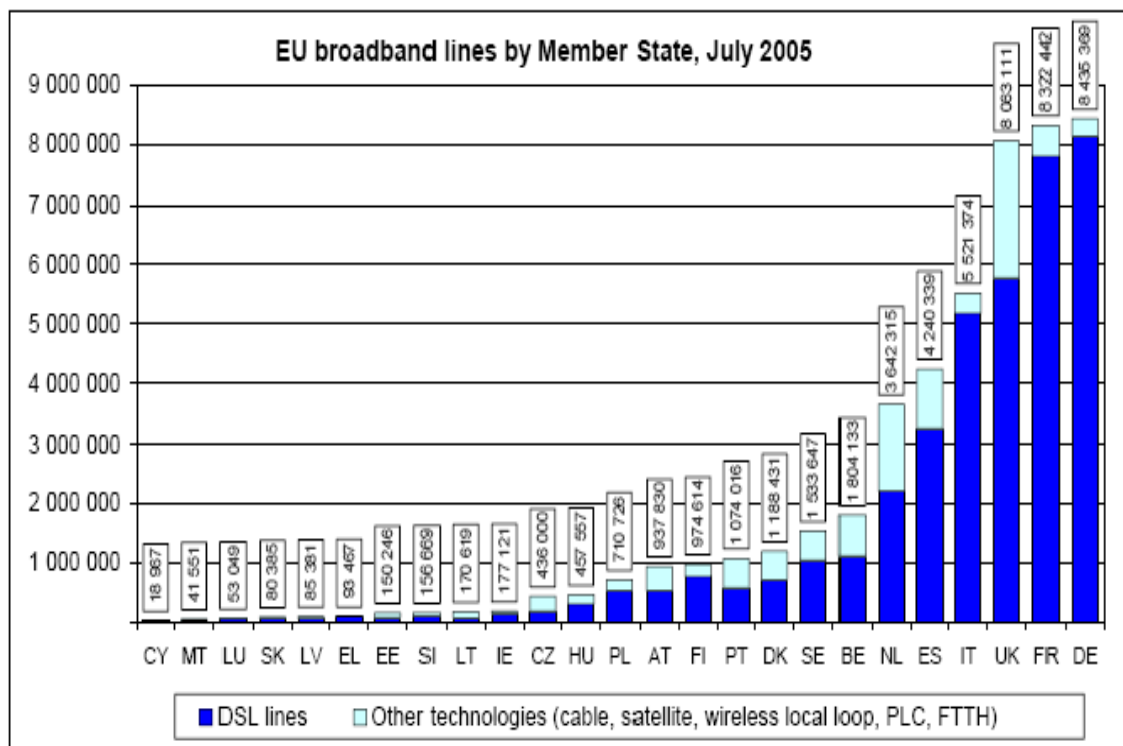
Πίνακας 11.1 Ανάλυση Λιανικών Ευρυζωνικών Γραμμών στην ΕΕ-25 ανά Χώρα

[Πηγή: European Commission, Directorate-General Information Society and Media, "Broadband access in the EU: Situation at 1st July 2005"]

Η εκρηκτική ανάπτυξη από τον Ιούλιο του 2002, αποτυπώνεται ευκρινέστερα στο διάγραμμα 11.2Α που ακολουθεί. Επίσης στο Διάγραμμα 11.2Β ταξινομούνται οι 25 χώρες της ΕΕ με βάση το πλήθος των ευρυζωνικών γραμμών.



Διάγραμμα 11.1A: Αυξητική Τάση Ευρυζωνικών Συνδέσεων στην ΕΕ-25



Διάγραμμα 11.1B: Κατάταξη με βάση τον αριθμό των ευρυζωνικών γραμμών (01/07/2005)

11.2 Διείσδυση της ευρυζωνικότητας στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία , τα οποία και παρουσιάζονται στον πίνακα 11.3 από το τέλος Δεκεμβρίου 2005 λειτουργούν στον ελληνικό χώρο 151.437 συνδέσεις ADSL έναντι 46.547 συνδέσεων που λειτουργούσαν την 1η Ιανουαρίου 2005 (αύξηση 225,3%).

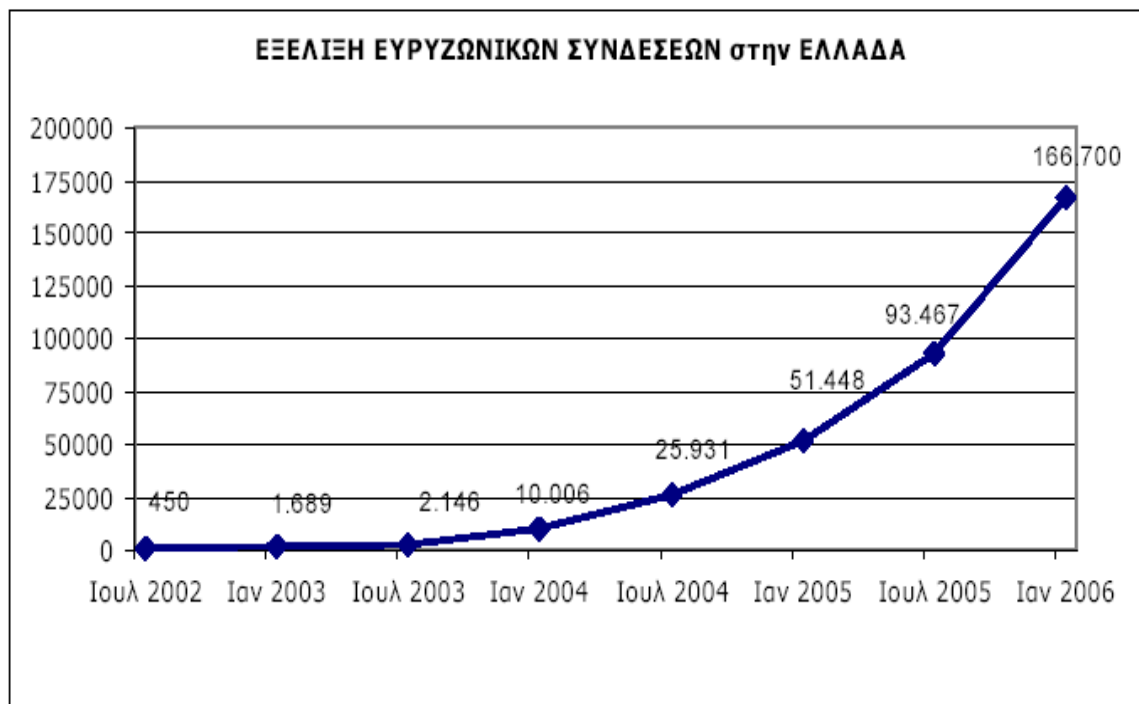
2005	Εγκατεστημένες πόρτες	Λειτουργούσες προσβάσεις	Ζήτηση (νέες αιτήσεις)
Ιανουάριος	96.165	50.895	7.197
Φεβρουάριος	100.382	60.077	7.275
Μάρτιος	102.323	67.328	7.001
Απρίλιος	106.253	74.424	10.335
Μάιος	109.641	81.199	7.329
Ιούνιος	117.022	87.193	7.134
Ιούλιος	131.488	92.949	6.891
Αύγουστος	148.730	97.038	6.641
Σεπτέμβριος	162.665	105.131	9.965
Οκτώβριος	178.006	118.535	15.053
Νοέμβριος	191.890	134.668	23.286
Δεκέμβριος	215.684	151.437	18.074

Πίνακας 11.2 ADSL Συνδέσεις 2005 (Πηγή: ΟΤΕ)

Επιπλέον αυτών των συνδέσεων εκτιμάται ότι υπάρχουν περίπου 4.500 συνδέσεις από τα δίκτυα των υπόλοιπων παρόχων, οπότε ο συνολικός αριθμός των DSL συνδέσεων εκτιμάται ότι προσέγγισε τις 156.000 συνδέσεις την 01/01/2006. Λαμβάνοντας υπόψη και το πλήθος των 10.700 λοιπών ευρυζωνικών συνδέσεων του ΟΤΕ (πχ μισθωμένες γραμμές, ασύρματες συνδέσεις, κλπ.), την 1η Ιανουαρίου 2006 ο συνολικός αριθμός ευρυζωνικών συνδέσεων υπολογίζεται ότι προσεγγίζει τις 167.000 .

Επίσης, από τα στοιχεία του πίνακα 11.3 προκύπτει ότι, στο τελευταίο τρίμηνο, σταθεροποιείται το πλήθος των μηνιαίων αιτήσεων για νέες ευρυζωνικές συνδέσεις πάνω

από τις 15.000, παρατηρείται δηλαδή διπλασιασμός του ρυθμού ανάπτυξης της διείσδυσης ,σε σχέση με την αρχή του προηγούμενου χρόνου.

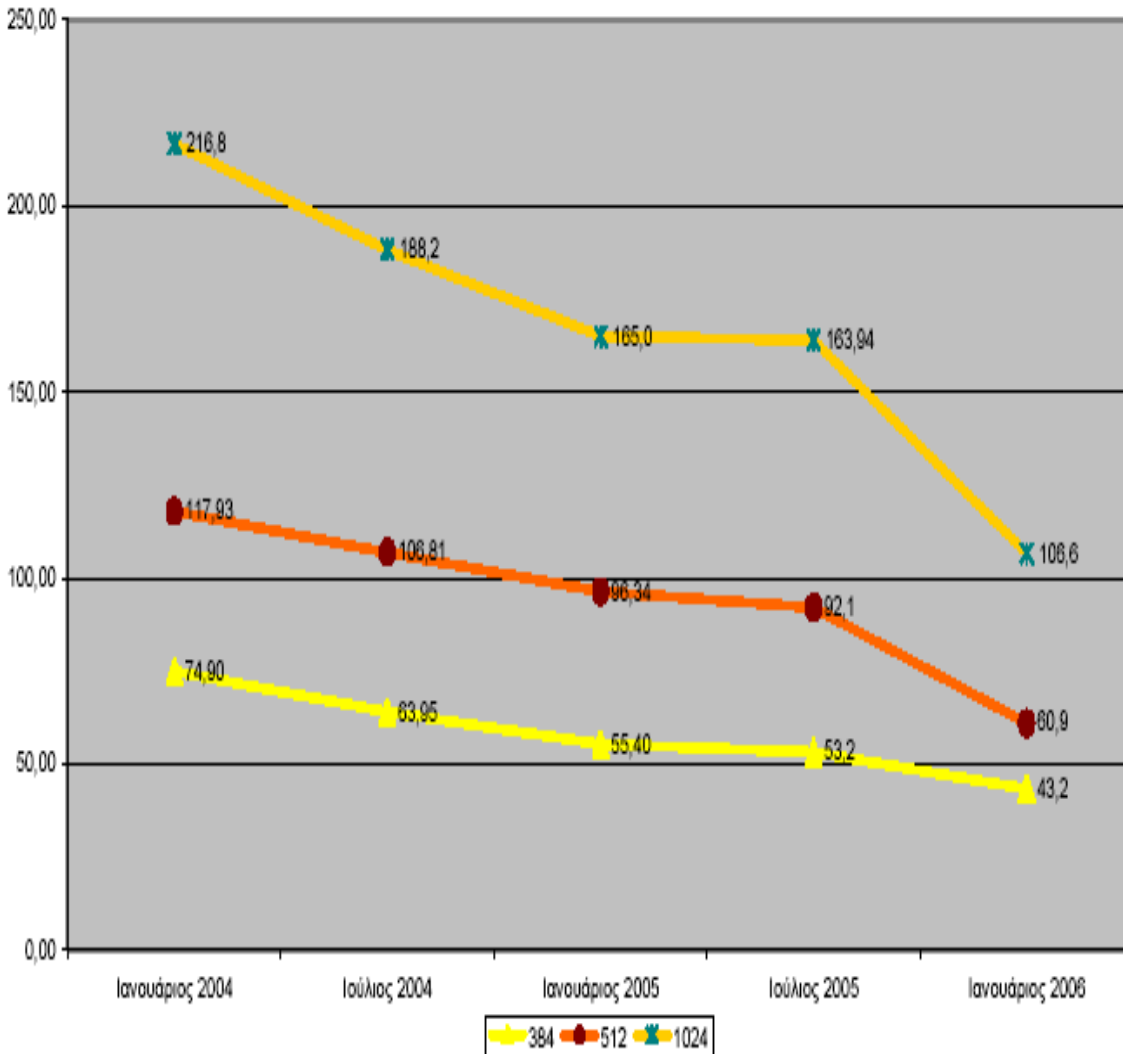


Στο διάγραμμα 11.2Α παρουσιάζεται η αύξηση των συνδέσεων στην Ελλάδα από τον Ιούλιο του 2002.

11.3. Εξέλιξη Κόστους Ευρυζωνικής Πρόσβασης

Η αυξητική τάση του πλήθους των ευρυζωνικών συνδέσεων σχετίζεται άμεσα και με την πτωτική πορεία του μέσου συνολικού κόστους ανά ταχύτητα πρόσβασης, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 11.3, που ακολουθεί.

Διαχρονική Εξέλιξη Μέσων Τιμών Πρόσβασης ADSL



Διάγραμμα 11.3 : Εξέλιξη Μέσου Κόστους Ευρυζωνικής Σύνδεσης (Ιανουάριος 2004- Ιανουάριος 2006)

Οι παρούσες τιμές καταλόγου εξακολουθούν να κυμαίνονται σε υψηλότερα επίπεδα από τις περισσότερες χώρες της Ε.Ε. (Ι.Τ.Υ., Νοέμβριος 2005), λόγω κυρίως του μικρού μεγέθους της αγοράς και των περιορισμένων παρεχόμενων υπηρεσιών. Επίσης, πολλές εταιρείες προσφέρουν λύσεις χρονοχρέωσης και ογκοχρέωσης, ικανές να συμπίψουν το κόστος ευρυζωνικής πρόσβασης στην περίπτωση που ο πελάτης είναι περιστασιακός χρήστης του Διαδικτύου ή χρησιμοποιεί εφαρμογές χαμηλών απαιτήσεων σε περιεχόμενο.

Ο ανταγωνισμός μεταξύ των παρόχων για την προσέλκυση νέων πελατών ευρυζωνικών συνδέσεων εντάθηκε σημαντικά από το τελευταίο τρίμηνο του 2005, με

σημαντικές εκπτώσεις που φτάνουν και το 50% των ονομαστικών τιμών του διαγράμματος 2, προσθήκη συνοδευτικών υπηρεσιών (κυρίως VOiP), ή/και δωρεάν παροχή του αναγκαίου εξοπλισμού σύνδεσης. Οι προσφορές αυτές συνέβαλλαν στη μεγάλη αύξηση της ζήτησης τους μήνες Νοέμβριο-Δεκέμβριο 2005 και υποδεικνύουν την αρχή ουσιαστικής ανάπτυξης της αγοράς, καθώς και πιθανή μετατόπιση του ανταγωνισμού από το επίπεδο της τιμής στο επίπεδο του συνόλου παρεχόμενων υπηρεσιών.

Παράλληλα, φαίνεται πλέον ότι το κύριο πεδίο ανταγωνισμού στον οικιακό χρήστη τείνει να μεταφερθεί από τη σύνδεση 384/128 σε υψηλότερες ταχύτητες, καθώς το κόστος μειώνεται περισσότερο για τις υψηλότερες ταχύτητες. Ενδεικτικά, η διαφορά σήμερα μεταξύ του μηνιαίου κόστους σύνδεσης σε ταχύτητα 512/128 έναντι 384/128 κυμαίνεται περί τα 11 € το μήνα, ενώ υπό ορισμένες προϋποθέσεις και σε ορισμένες περιοχές της χώρας η διαφορά μπορεί να περιοριστεί στα επίπεδα των 8€. Περαιτέρω, στην κατεύθυνση προσέλκυσης νέων χρηστών, μερικές εταιρείες προσφέρουν πακέτα πολύμηνων συνδέσεων όπου η διαφορά αυτή δεν ξεπερνά τα 5 € το μήνα.

11.4 Μέτρα ανάπτυξης της ευρυζωνικότητας

Σημείο αναφοράς της ανάπτυξης της ευρυζωνικότητας αποτελεί το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Γ' ΚΠΣ «Κοινωνία της Πληροφορίας», που συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ). Ειδικότερα, τα μέτρα του Προγράμματος που συμβάλλουν στην ανάπτυξη της ευρυζωνικότητας είναι τα εξής:

1. «Εισαγωγή και Αξιοποίηση των νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»
2. «Τεκμηρίωση, Αξιοποίηση και Ανάδειξη του Ελληνικού Πολιτισμού» ,
3. «Ηλεκτρονική Κυβέρνηση για την Εξυπηρέτηση του πολίτη, Επιχειρησιακά Σχέδια, Μελέτες και Πιλοτικά Έργα»
4. «Ηλεκτρονική Κυβέρνηση για την Εξυπηρέτηση του πολίτη»
5. «Ενίσχυση των Επιχειρήσεων για την εισαγωγή τους στη Ψηφιακή Οικονομία»
6. «Ανάπτυξη Υποδομών Δικτύων Τοπικής Πρόσβασης» και
7. «Προηγμένες Τηλεπικοινωνιακές Υπηρεσίες για τον πολίτη και τις επιχειρήσεις»

Τα έργα που εντάσσονται στα πρώτα πέντε μέτρα συμβάλλουν στην ανάπτυξη ευρυζωνικού περιεχομένου και υπηρεσιών, ενώ τα έργα που εντάσσονται στα δύο τελευταία μέτρα αφορούν κυρίως στην ανάπτυξη τοπικών ευρυζωνικών δικτύων σε περιοχές εκτός της Αττικής και της Θεσσαλονίκης καθώς και τη χρηματοδότηση ιδιωτικών

επενδυτικών προτάσεων για την ανάπτυξη ευρυζωνικών υπηρεσιών προς τον πολίτη και τις επιχειρήσεις. Στα μέτρα αυτά (4.2 και 4.3) περιλαμβάνονται μέχρι σήμερα 11 προσκλήσεις προς δικαιούχους, οι οποίες και αποτυπώνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

ΑΡΙΘΜ. ΠΡΟΣΚΛΗΣΗΣ	ΤΙΤΛΟΣ	ΜΕΤΡΟ	ΗΜ. ΕΙΣΦΩΣ	ΗΜ. ΛΗΞΗΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	ΔΗΜΟΣΙΑ ΔΑΠΑΝΗ	ΤΕΛΙΚΟΙ ΔΙΚΑΙΟΥΧΟΙ
43	Ανάπτυξη & λειτουργία δορυφορικών συστημάτων/ εφαρμογών ευρυζωνικής πρόσβασης αναδραστικής επικοινωνίας	4.2	5/9/2002	31/10/2002	11.000.000	11.000.000	Γενική Γραμματεία Επικοινωνιών του Υπ. Μεταφορών Επικοινωνιών, ΝΠΔΔ, ΝΠΙΔ, ΚτΠΑΕ
84	Πρώιμη της Ανάπτυξης Ζήτησης Ευρυζωνικών Υπηρεσιών	4.2	1/11/2003	μέχρι εξαντλήσεως του διαθέσιμου Π/Υ	11.494.422	11.494.422	1) Υπουργείο και σχετικοί εποπτευόμενοι φορείς, Περιφέρειες, ΚτΠ Α.Ε. 2) ΟΤΑ Β' Βαθμού, Ν.Π.Δ.Δ και Ν.Π.Ι.Δ άμεσα εποπτευόμενα από το Δημόσιο που δεν έχουν παραγωγική ή εμπορική δραστηριότητα, 3) ΟΤΑ Α' Βαθμού, Δημόσιες Επιχειρήσεις και Οργανισμοί, Εταιρείες που ιδρύονται από το Ελληνικό Δημόσιο για την εκτέλεση συγκεκριμένων έργων
86	Δημιουργία Σημείων Ασύρματης Ευρυζωνικής Πρόσβασης στο Διαδίκτυο (Wireless Hotspots σε μαζικούς χώρους)	4.2	19/11/2003	30/12/2003	21.500.000	11.500.000	ΚτΠ ΑΕ
93	Ανάπτυξη Συμπληρωματικών Ευρυζωνικών Υποδομών (Κατασκευή Μητροπολιτικών Ευρυζωνικών Δικτύων Οπτικών Ινών) σε λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές της Ελληνικής Επικράτειας.	4.2	1/3/2004	31/10/04	54.000.000	54.000.000	1)ΟΤΑ Α'Βαθμού, 2)ΝΠΔΔ, ΝΠΙΔ με παραγωγική και εμπορική δραστηριότητα, Εταιρείες του δημοσίου για την εκτέλεση συγκεκριμένων έργων, ΚτΠΑΕ
105	Υπηρεσίες Ευρείας Ζώνης σε Φορείς Δημόσιας Διοίκησης	4.3	1/6/04	30/12/04	42.000.000	42.000.000	ΟΤΑ Α', ΤΕΔΚ,ΥΠΕΠΘ, Εποπτευόμενοι φορείς του ΥΠΕΠΘ, ΚτΠΑΕ, Υπουργείο Μεταφορών (Γενική Γραμματεία Επικοινωνιών)
127	Ανάπτυξη υπηρεσιών Ευρείας Ζώνης για τους φορείς της Γενικής Γραμματείας Πληροφοριακών Συστημάτων και για τη Νομαρχία Θεσσαλονίκης.	4.3	13/6/2005	30/6/2005	7.200.000	7.200.000	ΚτΠ ΑΕ
137	Υλοποίηση προηγμένων τηλεπικοινωνιακών Ευρυζωνικών υπηρεσιών για τον πολίτη Α' και Β' ΦΑΣΗ	4.3	13/6/2005	30/8/2005	36.444.754	18.222.377	ΚτΠ ΑΕ
143	Ανάπτυξη από Δημόσιους Φορείς Σημείων Ασύρματης Ευρυζωνικής Πρόσβασης στο Διαδίκτυο (Wireless Hotspots)	4.2	8/8/2005	30/10/2005	6.000.000	6.000.000	ΚτΠ ΑΕ
145	Ανάπτυξη συμπληρωματικών Ευρυζωνικών Υποδομών (Κατασκευή Μητροπολιτικών Δικτύων Οπτικών Ινών) σε λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές της χώρας	4.2	3/10/2005	30/12/2005	5.000.000	5.000.000	ΟΤΑ Α' Βαθμού, (εκτός Περιφέρειας Αττικής και Νομού Θεσσαλονίκης) που είναι πρωτεύουσες νομών, και δεν υπέβαλαν πρόταση στην Πρόσκληση 93.
157	Ανάπτυξη / Υλοποίηση ευρυζωνικών δικτύων τοπικής πρόσβασης και ανάπτυξη Ευρυζωνικού περιεχομένου και υπηρεσιών	4.2 & 4.3	20/12/2005	30/1/2006	196.000.000	98.000.000	ΚτΠ Α.Ε.
158	Ψηφιακή Τηλεόραση και Υπηρεσίες για ΑΜΕΑ	4.3	20/1/2006	20/2/2006	45.000.000	45.000.000	1) ΕΡΤ (Ελληνική Ραδιοφωνία & Τηλεόραση), 2) Ι.Κ.Π.Α (Ινστιτούτο Κοινωνικής Προστασίας & Αλληλεγγύης)

Πίνακας 11.4 : Προσκλήσεις Μέτρων 4.2 και 4.3

11.5 Πρόοδος των μέτρων ανάπτυξης της ευρυζωνικότητας

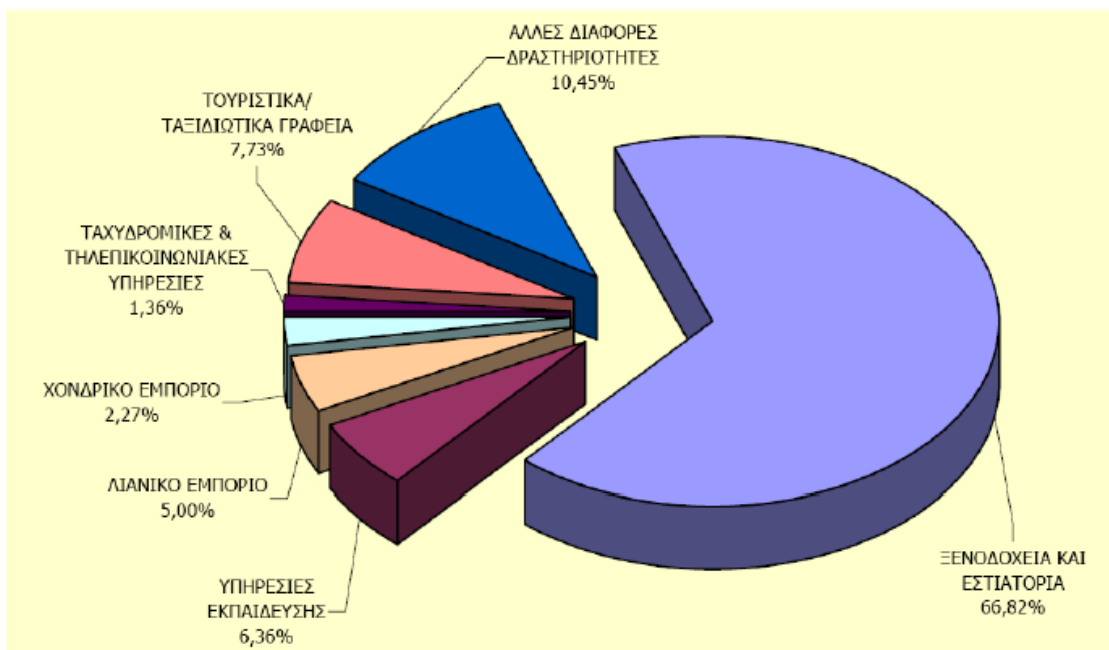
Κατά το Β εξάμηνο του 2005, προχώρησε η ένταξη των έργων που είχαν υποβληθεί στο πλαίσιο της πρότασης 93 με θέμα την ανάπτυξη συμπληρωματικών ευρυζωνικών υποδομών. Ειδικότερα έχουν ενταχθεί 68 έργα από ισάριθμους δήμους άνω των 10.000 κατοίκων, και αναμένεται η ένταξη ενός ακόμη έργου στο άμεσο μέλλον. Στον πίνακα 5.1 αποτυπώνονται τα μέχρι σήμερα 68 εγκεκριμένα έργα σε ισάριθμους δήμους.

Πίνακας 11.5: Ενταγμένα Έργα συμπληρωματικών Ευρυζωνικών υποδομών

Δήμος	Μήκος μητροπολιτικού Δικτύου (σε χλμ.)	Προϋπολογισμός Δικτύου (σε €)
Ξάνθης	11,69	1.010.202
Ορεοσιτάδας	12,70	934.188
Δράμας	12,50	926.413
Αλεξανδρούπολης	21,50	1.669.447
Καβάλας	14,77	1.153.442
Θάσου	4,81	363.944
Προσοτσάνης	3,50	298.768
Διδυμότειχου	6,95	550.221
Περιφέρεια Ανατ. Μακεδονίας-Θράκης	88,42	6.906.624
Βαθέος	5,00	379.832
Χίου	18,00	1.260.000
Μυτιλήνης	8,50	595.000
Περιφέρεια Β.Αιγαίου	31,50	2.234.832
Πύργου	8,27	706.384
Αμαλιάδας	5,81	477.800
Ναυπάκτου	5,21	414.592
Αγρινίου	17,00	1.330.516
Πατρέων	39,21	3.025.500
Μεσολογγίου	11,96	906.705
Οινιάδων	3,68	311.082
Αιγίου	6,20	503.678
Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	97,34	7.676.257
Φλώρινας	9,22	718.550
Γρεβενών	4,30	340.538
Κοζάνης	15,61	1.211.011
Πτολεμαΐδας	10,42	820.600
Καστοριάς	7,35	548.066
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	46,89	3.638.765
Πρεβέζης	9,72	770.000
Ιωαννιτών	26,36	2.000.000
Περιφέρεια Ηπείρου	36,08	2.770.000
Τρικκαίων	14,00	1.120.000
Φαρσάλων	4,50	360.000
Λαρισαίων	23,50	1.880.000
Ν.Ιωνίας Μαγνησίας	8,50	680.000
Βόλου	18,50	1.480.000
Καλαμπάκας	5,50	429.000

Πίνακας 11.5. (συνέχεια)

Δήμος	Μήκος μητροπολιτικού Δικτύου (σε χλμ.)	Προϋπολογισμός Δικτύου (σε €)
Γιάννουλης	5,30	418.700
Καρδίτσας	10,50	819.000
Περιφέρεια Θεσσαλίας	90,30	7.186.700
Ζακυνθίων	4,55	363.900
Κερκυραίων	11,80	938.240
Αργοστολίου	5,00	400.000
Περιφέρεια Ιονίων	21,35	1.702.140
Βέροιας	13,53	907.250
Κιλκίς	10,65	793.703
Κατερίνης	11,95	1.004.408
Νάουσας	7,39	580.149
Σερρών	16,86	1.345.975
Έδεσσας	8,54	682.437
Πολυγύρου	5,41	432.388
Αλεξάνδρειας	5,87	441.422
Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	80,19	6.187.732
Ηρακλείου	36,00	2.880.000
Χανίων	35,96	2.700.000
Ιεράπετρας	4,58	360.000
Αγ.Νικολάου	10,13	806.500
Σητείας	7,71	500.000
Ρεθύμνου	10,60	835.000
Περιφέρεια Κρήτης	104,98	8.081.500
Πάρου	5,81	463.358
Ροδίων	13,00	1.010.000
Ερμούπολης	9,38	806.555
Νάξου	4,26	345.045
Περιφέρεια Ν.Αιγαίου	32,44	2.624.958
Τρίπολης	11,73	1.005.846
Άργους	6,95	549.033
Κορινθίων	10,06	786.380
Σικυωνίων	4,43	380.837
Ξυλοκάστρου	3,96	338.095
Μεσσήνης	3,73	323.086
Ναυπλίου	4,48	383.848
Καλαμάτας	15,72	1.295.308
Περιφέρεια Πελοποννήσου	61,06	5.062.432
Λαμιέων	19,60	1.563.296
Αταλάντης	2,30	183.567
Λεβαδέων	7,00	600.000
Χαλκιδέων	8,90	719.000
Θηβαίων	10,00	850.000
Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	47,80	3.915.863
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	738,35	57.987.804



Διάγραμμα 11.5 : Κατανομή προτάσεων έργων Β κύκλου ανά κλάδο δραστηριότητας Αναδόχων (πηγή ΚτΠ ΑΕ)

11.6 Συμπέρασμα για την ευρυζωνικότητα στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τα στοιχεία την 1.1.2006 ο βαθμός διείσδυσης της ευρυζωνικότητας ξεπέρασε στην Ελλάδα το 1,5% (από 0,5% την 1.1.2005), επιβεβαιώνοντας και την παλαιότερη πρόβλεψη του, τον Ιούλιο του 2005. Την ίδια ώρα ο βαθμός διείσδυσης στην Ευρώπη των 25 αυξήθηκε απόλυτα κατά 4% μονάδες και έφτασε σε 10,6% (από 6,6% την 1.1.2005), γεγονός που σημαίνει ότι η Ελλάδα παρά τη μεγάλη αύξηση μέσα στο 2005, δεν έχει εισέλθει ακόμη σε τροχιά σύγκλισης.

Στο πεδίο του κόστους πρόσβασης, μετά από μια ακόμη σημαντική μείωση των τιμών από πλευράς ΟΤΕ τον Σεπτέμβριο του 2005, εμφανίστηκαν έντονα ανταγωνιστικές προσφορές των παρόχων το τελευταίο δίμηνο του 2005 και το πρώτο δίμηνο του 2006. Ο ανταγωνισμός αυτός οδήγησε το πλήθος των αιτήσεων για νέες συνδέσεις ADSL σε επίπεδα μεγαλύτερα από 15.000 ανά μήνα (το διπλάσιο σε σχέση με τον Ιανουάριο του 2005). Η διατήρηση της λιανικής ζήτησης στα επίπεδα αυτά θα συμβάλλει σε απόλυτη αύξηση του βαθμού διείσδυσης κατά περίπου 2% μέχρι το τέλος του 2006, υπό την προϋπόθεση βέβαια ότι ο ΟΤΕ θα ανταποκριθεί στην αυξημένη ζήτηση..

Κρίσιμο σημείο στην πορεία των λιανικών συνδέσεων αποτελεί το επίπεδο στο οποίο θα ισορροπήσει ο ανταγωνισμός των παρόχων, οι οποίοι έχουν επιδοθεί σε μια προσπάθεια κτήσης της μέγιστης δυνατής πελατειακής βάσης με προσφορές που υπολείπονται και του κόστους των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Το πλέον κρίσιμο σημείο για την είσοδο της Ελλάδας σε τροχιά σύγκλισης με την Ευρώπη των 25 κατά το 2006, εντοπίζεται στην εφαρμογή του προγράμματος «Δίοδος», για την παροχή του φθηνού φοιτητικού ευρυζωνικού Internet, το οποίο προβλέπεται να ξεκινήσει εντός του Μαρτίου του 2006. Η εφαρμογή του προγράμματος αποτελεί τον μόνο ορατό τρόπο για την επίτευξη απόλυτης αύξησης άνω των 4 ποσοστιαίων που αποτελούσαν το μέσο όρο στην Ευρώπη το 2005.

Περαιτέρω με την εφαρμογή του προγράμματος θα επιτευχθεί βαθμός διεύθυνσης της τάξης του 4%-6% του πληθυσμού, μέγεθος που η εμπειρία από τις άλλες χώρες δείχνει ότι αποτελεί μια αρχική κρίσιμη μάζα χρηστών.

Επίσης, το 2006 αναμένεται να είναι η χρονιά που θα αναπτυχθούν τα Μητροπολιτικά Ευρυζωνικά Δίκτυα στους Δήμους της χώρας (εκτός Αττικής και Θεσσαλονίκης) με πληθυσμό άνω των 10.000 κατοίκων και στα τοπικά δίκτυα των μικρότερων δήμων. Τα αποτελέσματα των προσπάθειών αυτών αναμένεται να αρχίσουν να εμφανίζονται από το τελευταίο τρίμηνο του 2006 και κυρίως κατά το 2007. Παράλληλα ωστόσο μέσα στο 2006 θα πρέπει να καθοριστεί το μοντέλο διαχείρισης των δικτύων αυτών και ο τρόπος παροχής υπηρεσιών στους πολίτες, καθώς από αυτά εξαρτάται άμεσα το τελικό αποτέλεσμα της πρωτοβουλίας.

Τέλος, ιδιαίτερα κρίσιμη παράμετρο συνιστά η ανταπόκριση του ιδιωτικού τομέα στις προσκλήσεις που αναμένονται στο 2006 και αφορούν στην ανάπτυξη δικτύων από τηλεπικοινωνιακούς παρόχους και ευρυζωνικών υπηρεσιών από επιχειρήσεις. Η επιτυχία του εγχειρήματος θα συμβάλει στη σταδιακή απελευθέρωση της αγοράς και σε αύξηση των προσφερόμενων ευρυζωνικών υπηρεσιών με τελικό αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους, λόγω αφενός της έντασης του ανταγωνισμού και αφετέρου της επίτευξης της κρίσιμης μάζας των χρηστών που θα εξασφαλίσει τις αναγκαίες οικονομίες κλίμακος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Οι τεχνολογίες DSL και ειδικότερα η τεχνολογία VDSL είναι το σήμερα και κυρίως το αύριο στην πρόσβαση προηγμένων υπηρεσιών διαδικτύου . Αν και ακόμη η διάδοση και κυρίως η ανάπτυξη της VDSL είναι ακόμη σε πρώιμο στάδιο, με σημαντικούς ανασταλτικούς παράγοντες να συμβάλουν σε αυτό ,όπως το κόστος αναβάθμισης του υπάρχοντος δικτύου των χάλκινων καλωδίων και η εξεύρεση λύσεως με τον περιορισμό της απόστασης εντούτοις όμως οι προσπάθειες που γίνονται προς αυτή την κατεύθυνση είναι ενθαρρυντικές.

Στην Ελλάδα θα ήταν αστείο να περιμένουμε την υλοποίηση της VDSL στο άμεσο μέλλον καθώς ακόμη βρίσκετε στο στάδιο της ανάπτυξης η ADSL με τις ταχύτητες που προσφέρονται να απέχουν πολύ από αυτές που μπορεί να επιτύχει πραγματικά η εν λόγω τεχνολογία .Επίσης το μεγαλύτερο ποσοστό των συνδέσεων είναι ακόμη dial-up και ISDN και σε αυτό συμβάλει και η άγνοια των καταναλωτών για τις τεχνολογίες DSL πέρα από τα προβλήματα ανάπτυξης του δικτύου. Ας ελπίσουμε τουλάχιστο ότι η καθυστέρηση να έρθει και στην Ελλάδα η τεχνολογία VDSL να μην είναι ανάλογη με αυτή της ADSL.

ΠΗΓΕΣ

- <http://www.stuffo.com/vdsl.htm>
How VDSL works by Jeff Tyson
- <http://www.aware.com/products/DSL/vdsl2.pdf#search=%22vdsl%20white%20papers%22>
VDSL2 :The ideal technology for delivering video services
- <http://www.dslforum.org/techwork/tr/TR-040.pdf>
DSL forum technical report TR-040. Aspects of VDSL evolution
- <http://www.tutsys.com/pdflibrary/pdf/chuck-wp.pdf>
Video delivery via VDSL for full service networks
- <http://home1.gte.net/ankhoa/adslut2.htm>
A Tutorial Introduction to DSL Technologies
- <http://www.marconipacific.com/VDSL.htm>
Promising Future for VDSL
- http://www.ikanos.com/solutions/pdfs/VDSL2_single_ww_vdsl.pdf#search=%22vdsl%20Video%20conferencing%20and%20Voice%20over%20IP%22
VDSL2: SINGLE WORLDWIDE VDSL STANDARD FOR DELIVERY OF TRIPLE-PLAY SERVICES OVER COPPER
By Richard Sekar, Vice President of Marketing Ikanos Communications, Inc.
- <http://www.iec.org/online/tutorials/vdsl>
Very-High-Data-Rate Digital Subscriber Line (VDSL)
- http://www.go-online.gr/ebusiness/specials/article.html?article_id=475&PHPSESSID=5d0f766240ad2056ae3f638257557ab0
Τα πάντα για το γρήγορο Internet και το ADSL
- www.fujitsu.com/downloads/MAG/vol37-1/paper12.pdf
Video over BPON with Integrated VDSL
- www.etsi.org/plugtests/history/DOC/EANTC_TVoDSL.pdf
Video over VDSL interoperability service
- <http://www.sch.gr>
Ευρυζωνικές Δράσεις Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου
-

- <http://epubl.ltu.se/1402-1528/2000/02/LTU-FR-0002-SE.pdf>
- A vdsl tutorial by Frank Sjoberg
- <http://www.cs.wustl.edu/~jain/cis788-97/ftp/rbb/index.htm>
Digital Subscriber Lines and Cable Modems
- http://www.dslforum.org/aboutdsl/vdsl_tutorial.html
VDSL Tutorial
- <http://www.spirentcom.com>
Testing VDSL2 for Triple Play Services
- <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/com16/fs-vdsl/wps/wps-004.html>
Grooming of Video Broadcast Network Content
- <http://drachma.colorado.edu:8080/dspace/bitstream/123456789/255/1/Will+VDSL+be+a+prominant+player+in+the+broadband+market.pdf#search=%22Will%2BVDSL%2Bbe%2Ba%2Bprominant%2Bplayer%2Bin%2Bthe%2Bbroadband%2Bmarket%22>
Will VDSL Be a Dominant Player in the Broadband Market in the United States?
- www.observatory.gr/files/meletes/broadband_06a_final.pdf
ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟΤΗΤΑ