

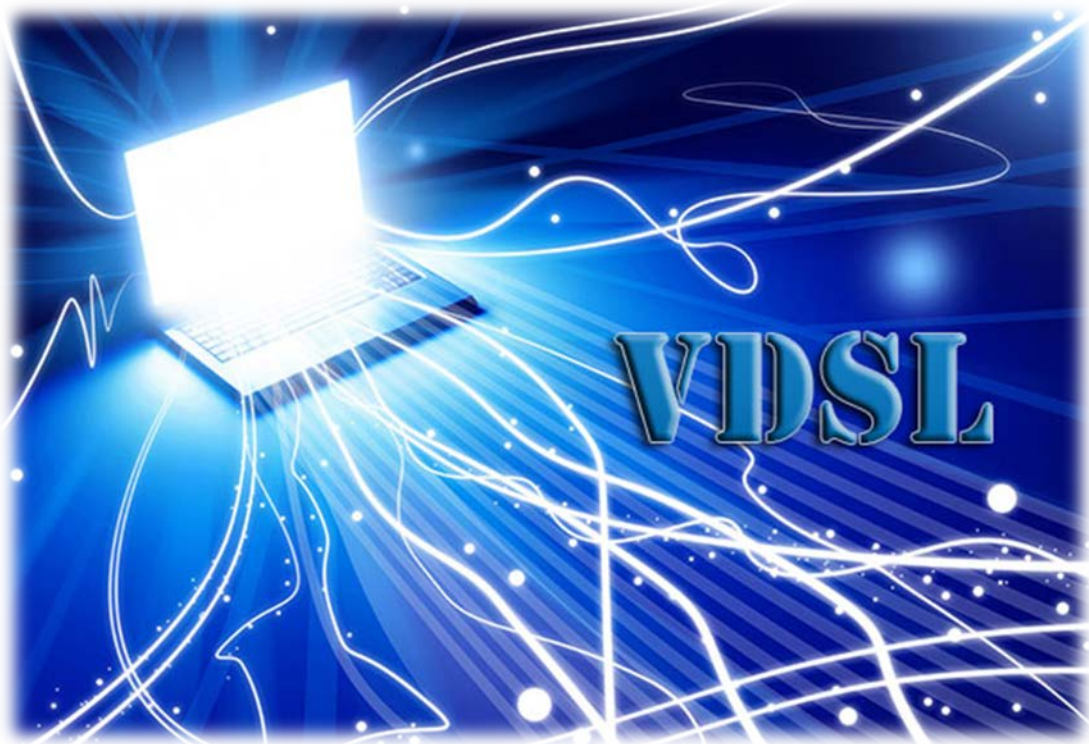


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΗΠΕΙΡΟΥ

Πτυχιακή Εργασία

ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ VDSL

A.M. 7670



Πτυχιακή εργασία ως μέρος των απαιτήσεων του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής

Τίτλος πτυχιακής εργασίας: Μελέτη σύγχρονης τεχνολογίας VDSL

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ

ZEPBA ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ

ΕΞΑΜΗΝΟ:17

ΑΜ:7670

E-mail: alzerva@gmail.com

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέπον καθηγητή μου, κ. Βασιλειάδη Δημήτριο για την επικοινωνιακή συνεργασία και καθοδήγηση κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Δήλωση Πνευματικής Ιδιοκτησίας

Η παρούσα εργασία αποτελεί προϊόν αποκλειστικά δικής μου προσπάθειας. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία και γίνεται ρητή αναφορά σε αυτές μέσα στο κείμενο όπου έχουν χρησιμοποιηθεί.

ΥΠΟΓΡΑΦΕΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά τη συγγραφή παρούσας πτυχιακής εργασίας κάναμε μια γνωριμία με την Ευρυζωνικότητα καθώς και τη σημαντικότητα της Ευρυζωνικής πρόσβασης. Συνεχίζουμε τη συγγραφή του πρώτου κεφαλαίου με την αναφορά μας στην Ευρυζωνικότητα στην Ελλάδα. Έπειτα αναφερόμαστε στους στόχους και τις υπηρεσίες ISDN και ολοκληρώνουμε την αναφορά μας στο πρώτο κεφάλαιο με τις τεχνολογίες DSL.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφερόμαστε στα μοντέλα θορύβου μερικά εκ των οποίων είναι ο Λευκός Προσθετικός Θόρυβος, ο Κρουστικός θόρυβος, ο θόρυβος Ραδιοφωνικών Συχνοτήτων και ο θόρυβος Διαφωνίας. Στο τέλος του κεφαλαίου γνωρίζουμε τις τεχνικές αποφυγής θορύβου.

Στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας μας κάναμε μια σύντομη εισαγωγή στις Οπτικές Ίνες, ορίζουμε τη δομή και τα χαρακτηριστικά της. Αναφερόμαστε στους τύπους καθώς και στα καλώδια Οπτικών Ινών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο βασικός μας σκοπός ήταν η γνωριμία μας με το VDSL ασχοληθήκαμε με τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της τεχνολογίας VDSL καθώς και τις διαφορές ανάμεσα στο VDSL και το ADSL. Ολοκληρώνουμε αυτό το κεφάλαιο με την εξέλιξη της τεχνολογίας VDSL που είναι η VDSL 2 και την αξιολόγησή της.

Στο επόμενο αναλύουμε τη δομή του VDSL καθώς και τις τεχνολογίες δικτύου πρόσβασης FTT x.

Κλείνουμε τη συγγραφή της εργασίας μας με την παρουσίαση μιας νέας σύνδεσης VDSL.

ABSTRACT

During the writing of this thesis did an acquaintance with the Broadband and the importance of broadband access. Continue writing the first chapter in our report on Broadband in Greece. Then refer to the objectives and ISDN services and completing our report in Chapter technologies DSL.

In the second chapter we refer to noise models some of which is the White Noise Addition, Impactor the noise, noise and Radio Frequency noise disagree. At the end of the chapter we know the noise avoidance techniques.

In the third chapter, we made a brief introduction to optical fibers, define the structure and characteristics. Referring to the types and the fiber cables.

In the fourth chapter, our main goal was to get to know the VDSL dealt with the advantages and disadvantages of VDSL technology and the differences between VDSL and ADSL. We conclude this chapter with the development of technology that is VDSL VDSL 2 and its evaluation.

In the following we analyze the structure and VDSL access network technologies FTTx.

We close the writing of our work by presenting a new connection VDSL.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

| | |
|--|----|
| Περίληψη..... | 5 |
| ABSTRACT..... | 6 |
| 1.1 Ορισμός Ευρυζωνικότητας | 9 |
| 1.2 Σημαντικότητα της Ευρυζωνικής Πρόσβασης | 9 |
| 1.3 Η Ευρυζωνικότητα στην Ελλάδα | 10 |
| 1.4 ISDN Στόχοι και Υπηρεσίες | 11 |
| 1.5 Τεχνολογίες DSL | 13 |
| 1.5.1 Η Τεχνολογία HDSL (High bit rate Digital Subscriber Line)..... | 13 |
| 1.5.2 Η Τεχνολογία ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) | 14 |
| 1.5.3 Η Τεχνολογία HDSL 2 | 15 |
| 1.5.4 Η Τεχνολογία ADSL 2 + | 15 |
| 1.5.5 Η Τεχνολογία SDSL | 16 |
| 1.5.6 Η Τεχνολογία RADSL | 16 |
| 1.5.7 Η Τεχνολογία IDSL | 16 |
| 1.5.8 Η Τεχνολογία VDSL | 17 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

| | |
|---|----|
| 2.1 Μοντέλα Θορύβου που παρενοχλούν τις τεχνολογίες DSL | 18 |
| 2.2 Λευκός προσθετικός Gauss Θόρυβος (AWGN) | 18 |
| 2.3 Κρουστικός θόρυβος (Impulse Noise) | 19 |
| 2.4 Θόρυβος Ραδιοφωνικών Συχνοτήτων (RFI – Radio Frequency Interference)..... | 19 |
| 2.5 Θόρυβος Διαφωνίας (Crosstalk) | 20 |
| 2.6 Τεχνικές Αποφυγής Θορύβου | 21 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

| | |
|--|----|
| 3.1 Εισαγωγή στις Οπτικές Ίνες | 23 |
| 3.2 Ορισμός Οπτικής Ίνας | 24 |
| 3.3 Αρχές Λειτουργιών | 24 |
| 3.4 Δομή και Χαρακτηριστικά Οπτικών Ινών | 26 |
| 3.5 Τύποι Οπτικών Ινών | 26 |
| 3.6 Καλώδια Οπτικών Ινών | 27 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

| | |
|---|----|
| 4.1 Εισαγωγή στο VDSL | 29 |
| 4.2 Τι είναι το VDSL | 29 |
| 4.3 Τεχνική Περιγραφή και Αξιολόγηση της Τεχνολογίας VDSL | 30 |
| 4.4 Στόχος της VDSL τεχνολογίας | 30 |
| 4.5 Ταχύτητα και απόσταση | 32 |
| 4.6 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της τεχνολογίας VDSL | 33 |
| 4.7 Διαφορές VDSL με ADSL | 33 |
| 4.8 Το VDSL στην Ελλάδα και στις άλλες χώρες | 34 |

| | |
|--|----|
| 4.9 Η Εξέλιξη της τεχνολογίας VDSL 2 και τα χαρακτηριστικά της | 35 |
| 4.10 Αξιολόγηση της τεχνολογίας VDSL 2 | 36 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

| | |
|--|----|
| 5.1 Δομή VDSL | 37 |
| 5.2 Τεχνολογίες δικτύου Πρόσβασης FTT x | 37 |
| 5.2.1 Τεχνολογία δικτύου Πρόσβασης FTTC | 38 |
| 5.2.2 Τεχνολογία δικτύου Πρόσβασης FTTB | 38 |
| 5.2.3 Τεχνολογία δικτύου Πρόσβασης FTTH | 39 |
| 5.3 Ανάλυση DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) | 40 |
| 5.4 Ανάλυση Υπαίθριου Κατανεμητή KV | 41 |
| 5.5 Ανάλυση box..... | 43 |
| 5.6 Εξοπλισμός VDSL | 44 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

| | |
|--|----|
| Παρουσίαση νέας σύνδεσης VDSL over PSTN..... | 45 |
| Συμπεράσματα | 53 |
| Βιβλιογραφία | 54 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Ορισμός Ευρυζωνικότητας

Ως ευρυζωνικότητα καλείται σε κύρια έννοια το προηγμένο, εφικτό και καινοτόμο περιβάλλον εξετάζοντάς το από πολιτική, οικονομική και τεχνολογική πλευρά. Το προαναφερθέν περιβάλλον αποτελείται από:

- Την παροχή όσο το δυνατόν ταχύτερης σύνδεσης με σκοπό να εξυπηρετήσει μεγάλο μέρος του πληθυσμού, σε προσιτές τιμές χωρίς να περιορίζει τα συστήματα μετάδοσης και τον τερματικό εξοπλισμό των επικοινωνούντων άκρων.
- Την απαραίτητη δικτυακή υποδομή η οποία δίνει τη δυνατότητα καταναλωμένης ανάπτυξης των υπαρχόντων και μελλοντικών εφαρμογών και των πληροφοριακών υπηρεσιών. Επιπλέον έχει την ικανότητα να καλύπτει τις ανάγκες των εφαρμογών σε εύρος ζώνης και διαθεσιμότητας. Σημαντικό θα είναι να αναφέρουμε την ικανότητα να αναβαθμίζετε συνεχώς και με αρκετά μικρό κόστος με απώτερο σκοπό να ικανοποιεί τις ανάγκες οι οποίες αυξάνονται με την εξέλιξη της τεχνολογίας.
- Την ικανότητα του πολίτη να επιλέγει μεταξύ προσφορών σύνδεσης που ταιριάζουν στον εξοπλισμό του καθώς και διαφορές ανάμεσα σε δικτυακές εφαρμογές και διαφορές σε υπηρεσίες πληροφόρησης και ψυχαγωγίας.
- Ρυθμιστικό πλαίσιο κατάλληλα προσαρμοσμένο σε πολιτικές, μέτρα, πρωτοβουλίες οι οποίες είναι απαραίτητες στις νέες τεχνολογίες, στην προστασία του ανταγωνισμού και της σοβαρής οικονομικής ανάπτυξης. [1].

1.2 Σημαντικότητα της Ευρυζωνικής Πρόσβασης

Στο προηγούμενο υποκεφάλαιο ορίσαμε την ευρυζωνικότητα και διαπιστώσαμε τη σημαντικότητα της ευρυζωνικής πρόσβασης. Η ευρυζωνικότητα είναι σημαντική για τους παρακάτω λόγους:

- Για την ταχύτερη εξέλιξη της τεχνολογίας πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών
- Τα ραγδαία τεχνολογικά άλματα τα οποία έχουν την ικανότητα να διευκολύνουν επιχειρηματικά μοντέλα και να εισάγουν αλλαγές τόσο σε εθνικό, όσο και σε παγκόσμιο οικονομικό επίπεδο.

- Αποτελεί το θεμέλιο για ένα ανταγωνιστικό κράτος στο οποίο, στο σημερινό περιβάλλον υψηλής τεχνολογίας ανήκουν:
 - Προηγμένες δικτυακές υποδομές υψηλής ποιότητας.
 - Ορθολογικά κοστολογημένες.
 - Επαρκή ρυθμοί μετάδοσης
 - Συνεχή λειτουργία στους χρήστες
 - Εύκολη πρόσβαση. [1] [2]

1.3 Η Ευρυζωνικότητα στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η Ευρυζωνικότητα είναι εξίσου διαδεδομένη με τις υπόλοιπες χώρες του κόσμου. Σημαντικό θα ήταν να αναφέρουμε ότι τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την εξέλιξη της τεχνολογίας θα παίξουν σημαντικό ρόλο στην ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η εξέλιξη της τεχνολογίας θα βοηθήσει στη δημιουργία νέων μορφών εργασίας, νέων δεξιοτήτων οι οποίες θα διασφαλίσουν τη συνεχή κατάρτιση των πολιτών. Επιπλέον θα συμβάλουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής με την παροχή υπηρεσιών στους τομείς της υγείας, των μεταφορών και της προστασίας του περιβάλλοντος. Ακόμη θα αυξήσει την αποδοτικότητα και την ποιότητα παροχής υπηρεσιών στην κοινωνία, τον πολιτισμό και την οικονομία.

Δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε να αναφέρουμε ότι η χώρα μας μειονεκτεί στην ύπαρξη προηγμένων τηλεπικοινωνιακών υποδομών καθώς και δικτυακών υπηρεσιών προς τους χρήστες. Η απελευθέρωση της αγοράς των τηλεπικοινωνιών αποτέλεσε έναυσμα για πολλές ιδιωτικές εταιρείες οι οποίες θέλησαν να δραστηριοποιηθούν στις τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες. Αξίζει να αναφέρουμε ότι η συντονισμένη υλοποίηση των κατάλληλων ευρυζωνικών υποδομών θα βελτιώσει τις συνθήκες, θα προωθήσει την καινοτομία στην παροχή δικτυακών υπηρεσιών και εφαρμογών και θα αυξήσει την επιχειρηματικότητα. Με χρήση κατάλληλων υποδομών αναμένεται να διευκολυνθούν οι νέες μικρομεσαίες επιχειρήσεις ανεξάρτητα από τη γεωγραφική τους θέση.

Η ευρυζωνική πρόσβαση θα αποτελέσει σημαντική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης κάτι που φαίνεται στο σχέδιο δράσης eEurope 2005. Σιγά σιγά κατευθυνόμαστε στην υλοποίηση καθώς και εφαρμογή πολιτικών και πρακτικών για την εξάπλωση και χρήση της στην Ελλάδα. Πρέπει να προσθέσουμε ότι η χώρα μας οφείλει σε μικρό χρονικό διάστημα να είναι έτοιμη να παρέχει στους πολίτες και στις επιχειρήσεις της ευρυζωνικές τεχνολογίες.

Έμφαση πρέπει να δοθεί στον τρόπο με τον οποίο θα γίνει η προσέγγιση στην ευρυζωνική πρόσβαση. Θα πρέπει να αποτελέσει παροχή ίσων ευκαιριών προς όλους και όχι ανάγκη. Αξίζει να τονίσουμε ότι στην ανάπτυξη της χώρας και στην εξέλιξη της κοινωνίας θα πρέπει να συμμετέχουν οι πολίτες, η κυβέρνηση καθώς και ο ιδιωτικός τομέας.

Στη σημερινή εποχή παρατηρείται ένα έντονο κύμα δραστηριοποίησης για τον εκσυγχρονισμό του δημόσιου τομέα. Πιο συγκεκριμένα εκτελούνται έργα ψηφιοποίησης δεδομένων και πληροφοριών και αυτοματοποίησης των εσωτερικών διαδικασιών και τον παρεχόμενων υπηρεσιών προς τους πολίτες. Ασφαλώς απαραίτητη προϋπόθεση για ένα αξιόλογο αποτέλεσμα αποτελούν οι

κατάλληλες υποδομές. Κάτι που έχει γίνει αντιληπτό από κρατικούς φορείς οι οποίοι έχουν προγραμματίσει την υλοποίηση τέτοιων έργων. Με τη χρήση ευρυζωνικών υποδομών διασφαλίζεται η ποιότητα, η αξιοποίηση και η γρήγορη και αποδοτική παροχή υπηρεσιών προς τους πολίτες. Με αποτέλεσμα να μειωθεί σημαντικά το κόστος που καταβάλλετε για τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες.

Εν κατακλείδι η ανάπτυξη ευρυζωνικών υποδομών και υπηρεσιών είναι εξαιρετικά σημαντική για την Ελλάδα αφού θα δώσει ανάσα στην οικονομία και θα συμβάλει στην ποιότητα ζωής των πολιτών. Τροχοπέδη όμως της ευρυζωνικότητας αποτελεί η εκτέλεση τέτοιων έργων, ειδικότερα σε περιόδους υλοποίησης άλλων δράσεων τεχνολογικής αναβάθμισης κάτι που θα οδηγήσει τη χώρα σε δυσμενέστερη θέση στην παγκόσμια ανταγωνιστική οικονομία. [2]

1.4 ISDN Στόχοι και Υπηρεσίες

Τα τελευταία χρόνια οι Τηλεπικοινωνίες είναι σε μια νέα φάση ανάπτυξης. Μέχρι πρόσφατα υπήρξε η ανάπτυξη και διαχείριση γνωστών τηλεφωνικών δικτύων. Στις μέρες μας έχουμε φθάσει σε σημείο όπου η ποιότητα μεταδόσεων έχει βελτιωθεί, η μετάδοση data έχει σημαντικό ποσοστό στις τηλεπικοινωνίες, υπάρχει μεγάλη βελτίωση στις τεχνικές μεταγωγής στα δίκτυα, έχει σχεδόν ολοκληρωθεί η μετατροπή των αναλογικών δικτύων σε ψηφιακά και η ανάπτυξη των πολυμέσων και του διαδικτύου έχει αυξήσει τις ανάγκες για επικοινωνίες data υψηλής ταχύτητας. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το αποτέλεσμα των παραπάνω εξελίξεων είναι η συνεχής έμφαση νέων δικτύων, όπου παρουσιάζει σημαντικά μειονεκτήματα γιατί εμφανίζει :

- Τεχνική Πολυπλοκότητα
- Εμπορική Πολυπλοκότητα
- Αυξημένο Κόστος

Για τους παραπάνω λόγους στόχος είναι η δημιουργία ενός ενιαίου δικτύου. Έτσι αναπτύχθηκε το ISDN.(Integrated Services Digital Network) δηλαδή Ψηφιακό Δίκτυο Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών. Το ISDN είναι μία αρχιτεκτονική δικτύου όπου παρέχει εφαρμογές όπως μετάδοση φωνής, data κειμένου, εικόνας, videoconference και άλλες όπου εξυπηρετούνται ταυτόχρονα από ΑΥΤΟ το δίκτυο.

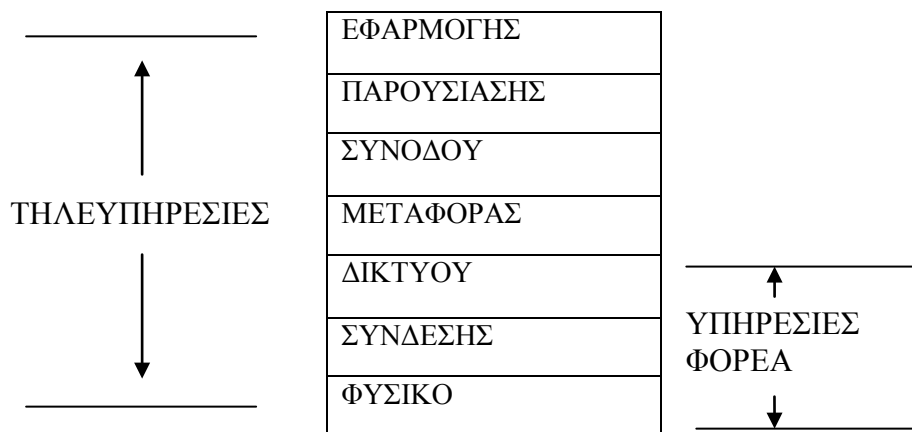
Το ISDN έχει τρία βασικά στοιχεία όπου το χαρακτηρίζουν:

- Η Ψηφιακή Μετάδοση. Όλα τα σήματα μεταδίδονται από τη μια συσκευή έως την άλλη σε ψηφιακή μορφή.
- Η Σηματοδότηση. Είναι όλα τα βοηθητικά σήματα όπου διαχειριζόμαστε μία επικοινωνία και γίνονται μέσω ιδιαίτερου καναλιού. Δηλαδή μεταδίδετε με data όπως η καθαρή πληροφορία.
- Η Ενιαία Και Πολλαπλού Σκοπού Διασύνδεση Χρηστών Στο Δίκτυο. Ένας χρήστης μπορεί μέσω μίας και μόνο σύνδεσης και μέσω τις ίδιας πρίζας να απολαμβάνει διάφορες υπηρεσίες του δικτύου και να το απασχολεί για όσο χρόνο χρειάζεται.

Με λίγα λόγια οι βασικοί στόχοι ενός δικτύου ISDN είναι δύο. Να γίνεται δυνατή η σύνδεση συσκευών διαφόρων κατασκευαστών χωρίς να χρησιμοποιούμε πολύπλοκες συσκευές και να υπάρχει μεταξύ του είδους της πληροφορίας και του τηλεπικοινωνιακού δικτύου ανεξαρτησία. Να χρησιμοποιούνται οι ίδιες τερματικές συσκευές . Άρα πετυχαίνουμε το σκοπό του να έχουμε ταυτόχρονα δύο τηλεφωνικές συνομιλίες η μια τηλεφωνική και για το Internet.

Ένα δίκτυο ISDN προσφέρει τρεις υπηρεσίες: Η πρώτη υπηρεσία σχετίζεται με «Τον Απλό Φορέα (bearer services)» όπου ασχολούνται με την καθαρή μεταφορά της πληροφορίας μεταξύ των συνδρομητών. Ανάλογα με την εφαρμογή ο χρήστης μπορεί να έχει διαφορετικές ταχύτητες. Σε ένα πρότυπο OSI οι υπηρεσίες του απλού φορέα είναι περιορισμένες στα τρία κατώτερα επίπεδα. Τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών είναι ταχύτητα, διαθεσιμότητα, χρόνος μετάδοσης, τρόπος λειτουργίας και κοστολόγησης. Η δεύτερη σχετίζεται με «τις τηλευπηρεσίες (teleservice)» όπου φτάνουν μέχρι το έβδομο επίπεδο OSI. Τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών αυτού του τύπου είναι το telex, το fax, το videotext, το teletex. Οι τηλευπηρεσίες γίνονται με τέσσερις τρόπους. Μεταξύ της σύνδεσης δύο ISDN τερματικού μεταξύ της σύνδεσης ενός ISDN τερματικού σε μία εφαρμογή που βρίσκεται μέσα στο δίκτυο π.χ. Videotext. Μεταξύ της σύνδεσης δύο ISDN τερματικών με διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά και τέλος μεταξύ της σύνδεσης ενός τερματικού με εφαρμογή που βρίσκεται έξω από ένα δίκτυο ISDN π.χ. Videotext server.

ΠΡΟΤΥΠΟ OSI



Εικόνα 1: πρότυπο OSI

Τέλος υπάρχουν οι διάφορες συμπληρωματικές υπηρεσίες όπου κάνουν την τροποποίηση ή συμπληρώνουν τις βασικές υπηρεσίες απλού φορέα και τις βασικές τηλευπηρεσίες. Παράδειγμα τέτοιων υπηρεσιών είναι η αναγνώριση κλήσης, η ταυτόχρονη συνομιλία περισσότερων από δύο συνδρομητών, η εκτροπή κλήσης. [3]

1.5 Τεχνολογίες DSL

Με τον όρο DSL ή x DSL (Digital Subscriber Line) αναφερόμαστε σε ένα σύνολο τεχνολογιών οι οποίες έχουν την ικανότητα να παρέχουν μετάδοση δεδομένων πάνω από τα παραδοσιακά τηλεφωνικά καλώδια. Μερικές τεχνολογίες είναι οι :

DSL, HDSL, ADSL, HDSL2, ADSL2+, IDSL, SDSL, RADSL, VDSL.

Τις οποίες θα αναλύσουμε σε επόμενο υποκεφάλαιο. Σημαντικό θα ήταν να αναφέρουμε ότι η πιο δημοφιλής τεχνολογίες είναι το ADSL, ADSL2+, καθώς και η έκδοση VDSL. [4]

1.5.1. Η Τεχνολογία HDSL (High bit rate Digital Subscriber Line)

Η προαναφερθείσα τεχνολογία έχει την ικανότητα να μεταδίδει σήματα με ταχύτητες 2 Mbps σε αφόρτιστες baseband γραμμές μικρών αποστάσεων, χρησιμοποιώντας καλώδια 2 ζευγών. Η τεχνολογία HDSL αποτελεί ένασμα της Bell core και εκδόθηκε το 1990 με βασικό σκοπό να προσφέρει γραμμές T1 (1544 kbps) στον τοπικό βρόχο και ξεχωρίζει για το λόγο ότι αποτελεί δοκιμασμένη τεχνολογία για εγκαταστάσεις μεγάλου εύρους. Χαρακτηριστικό στην εν λόγω τεχνολογία είναι ότι κάθε ζεύγος χρησιμοποιείται για τη μετάδοση και προς τις δύο κατευθύνσεις καλύπτοντας τη μισή ταχύτητα. Σημαντικό θα ήταν να αναφέρουμε ότι η διαμόρφωση του σήματος είναι η 2B1Q όπως και στο BRI-ISDN. Η τεχνολογία HDSL έχει τυποποιηθεί τόσο στην Ευρώπη από τον ETSI όσο και στις ΗΠΑ από την ANSI. Ακολουθεί μία σύντομη αναφορά στα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας HDSL σε σύγκριση με την παραδοσιακή τεχνολογία E1 :

- Δεν απαιτεί επαναλήπτες.
- Δεν απαιτεί ιδιαίτερη ποιότητα για την επιλογή γραμμής.
- Δεν ενοχλείται από γραμμές που συντίθενται από τμήματα καλωδίων διαφορετικών διατομών κατά μήκος γραμμής.
- Δεν ενοχλείται από ανακλάσεις και στάσιμα κύματα που δημιουργούνται από μεταβολές της σύνθετης αντίστασης και από υπολείμματα γεφυρωμένων καλωδίων.
- Χρησιμοποιεί καλώδια 2B1Q απαιτώντας 196 kHz φάσματος εν αντίθεση στην E1 χρησιμοποιείται HDB3 ο οποίος απαιτεί 1,5 MHz με αποτέλεσμα μικρότερες παρεμβολές για το HDSL σε γειτονικά ζεύγη και μεγαλύτερες αποστάσεις επικοινωνίας. Κλείνοντας αυτό το υποκεφάλαιο θα συμπληρώσουμε ότι για τα Interfaces χρησιμοποιούνται τα X.21, V.35, G.703, κτλ.[3]

1.5.2 Η Τεχνολογία ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

Η τεχνολογία ADSL σχετίζεται με μετάδοση δεδομένων σε πολύ υψηλές ταχύτητες και πιο συγκεκριμένα από 2 έως και 9 Mbps μέσω ενός ζεύγους τηλεφωνικών γραμμών μικρών αποστάσεων. Σημαντικό θα ήταν να αναφέρουμε ότι με τον όρο Asymmetric αναφερόμαστε στη ζεύξη ADSL η οποία έχει διαφορετικό ρυθμό μετάδοσης στις δύο κατευθύνσεις. Η προαναφερθείσα τεχνολογία έχει την τάση να χρησιμοποιεί 1,5 – 9 Mbps από το κέντρο προς τον συνδρομητή και 16 – 640 kbps δικατευθυντήρια μεταξύ κέντρου και συνδρομητή. Η ADSL χρησιμοποιείται ώστε να επιτευχθεί η μετάδοση τηλεοπτικών σημάτων μέσω κοινών τηλεφωνικών καλωδίων από τα κέντρα του δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου προς τους συνδρομητές του. Αξίζει να αναφέρουμε ότι με τη χρήση του κώδικα συμπίεσης MPEG-II μπορούν να μεταδοθούν ταυτόχρονα μέχρι 4 τηλεοπτικά κανάλια ποιότητας VHS με εύρος 2 Mbps.

Η εν λόγω τεχνολογία εξυπηρετεί εφαρμογές όπως πρόσβαση στο Internet, τηλεργασία, τηλεεκπαίδευση, καλωδιακή τηλεόραση, τηλεαγορές, Video on Demand, HDTV, interactive TV κ.α.

Τα συστήματα ADSL χρησιμοποιούν δύο τεχνικές διαμόρφωσης :

- Η DMT για συχνότητες 50 – 500 kHz με ρυθμούς 6Mbps.
- Η CAP η οποία μοιάζει με την QAM με ρυθμούς 2 Mbps.

Η ADSL διακρίνεται για τη χρήση πολυπλεξίας συχνότητας (FDM) για την εκμετάλλευση του φάσματος 1MHz που έχουμε στο καλώδιο του τοπικού βρόχου. Όσον αφορά το φάσμα τα πρώτα 25 KHz διανέμονται για τηλεφωνία ενώ το υπόλοιπο φάσμα διαιρείται ασύμμετρα σε δύο περιοχές :

- Για την εκπομπή προς το χρήστη.
- Για τη λήψη.

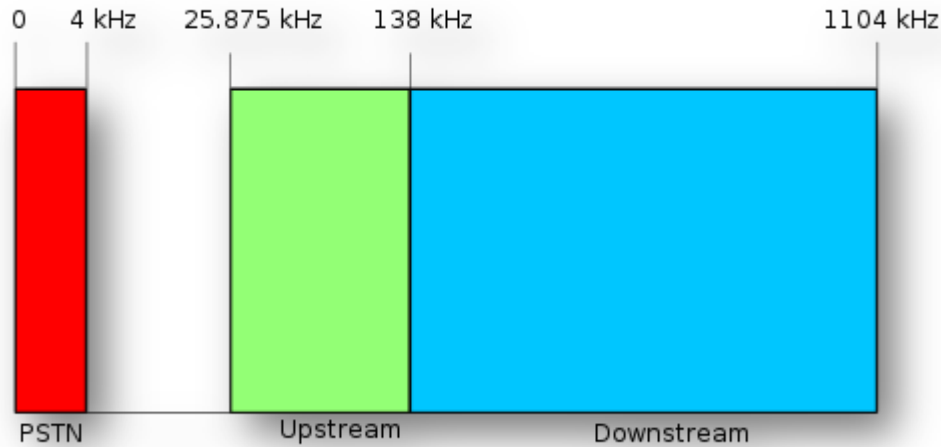
Με τη βοήθεια της πολύπλεξης συχνότητας οι δύο περιοχές διασπώνται σε μικρότερα κανάλια καθένα εκ των οποίων μεταφέρει ένα μέρος των δεδομένων. Η τεχνική απαλοιφής ήχου βοηθά στην κάλυψη των δύο φασματικών περιοχών εκπομπής και λήψης ως συνέπια να έχουμε την επίτευξη μεγαλύτερων συνολικά εκμεταλλεύσιμου φάσματος.

Συνεχίζοντας την αναφορά μας στο ADSL θα αναφέρουμε ότι για τη μετάδοση υπάρχουν δύο τεχνικές :

- Η CAP η οποία όπως προαναφέραμε είναι παρόμοια με την QAM.
- Η DMT.

Ολοκληρώνοντας την αναφορά μας στην ADSL θα αναφέρουμε ότι η προαναφερθείσα τεχνολογία χρησιμοποιείται τόσο στην πλευρά του χρήστη όσο και στην πλευρά του κέντρου φίλτρου διαχωρισμού (splitter) ώστε να

χωρίσουμε το σήμα του τηλεφώνου από το υπόλοιπο σήμα. Αυτό συμβαίνει ώστε να αποφευχθεί η παρεμβολή των σημάτων μεγάλης έντασης του τηλεφώνου στο σήμα της ψηφιακής μετάδοσης δεδομένων. Σε περίπτωση που συμβεί διακοπή στη λειτουργία του ADSL modem δεν επηρεάζεται η λειτουργία του τηλεφώνου. [3]



Εικόνα 1: Σχέδιο συχνοτήτων ADSL

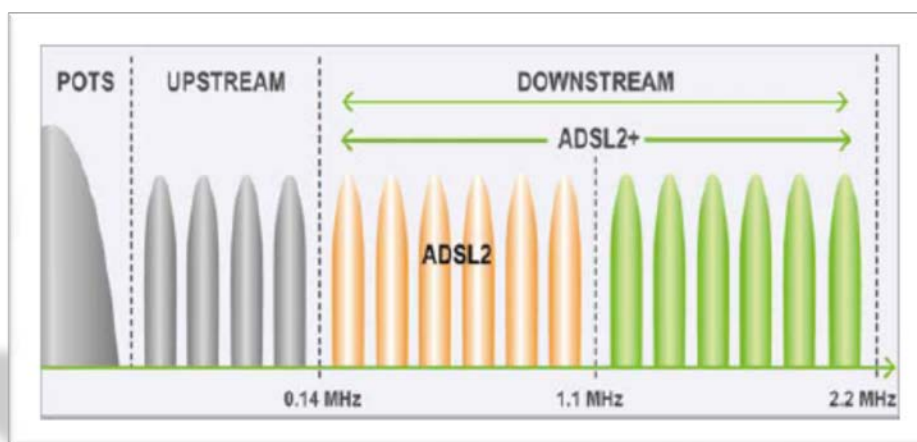
1.5.3. Η Τεχνολογία HDSL2

Η παραπάνω τεχνολογία αποτελεί εξέλιξη της HDSL και παρέχει συμμετρικό ρυθμό μετάδοσης 1,5 Mbps σε ένα ζεύγος καλωδίων. Χαρακτηρίζεται για τη χρήση κώδικα OPTIS (Overlapped Pulse amplitude Transmission Interlocking Spectra) ο οποίος βασίζεται στον 8 – PAM ο οποίος αποτελεί επέκταση του 2B1Q με τη διαφορά ότι εδώ χρησιμοποιούνται 8 αντί 4 διαφορετικές στάθμες σήματος και επιπλέον 8 trellis code Modulation. Ουσιαστικά αναφερόμαστε σε ένα εξελιγμένο κώδικα ο οποίος επιφέρει επιδόσεις σχεδόν όσες και το UTP και ελαχιστοποιεί τις παρεμβολές στα γειτονικά ζεύγη. [3]

1.5.4. Η Τεχνολογία ADSL2+

Το ADSL έχει και κάποιες εξελιγμένες εκδόσεις που είναι το ADSL2 και το ADSL2+. Αυτές οι τεχνολογίες παρέχουν μεγαλύτερες ταχύτητες και αξιοποιούν διαφορετικά το εύρος ζώνης του καλωδίου. Το ADSL2+ μπορεί να επιτύχει μέγιστη ταχύτητα στα 24/1 Mbps αλλά αν υλοποιεί το πρότυπο ITU G.992.5 Annex M μπορεί να επιτύχει και τα 24/3,5 Mbps. Θα πρέπει όμως να αναφέρουμε ότι πάρα πολύ λίγοι χρήστες μπορούν να πιάσουν αυτές τις ταχύτητες γιατί υπάρχει μεγάλη απόσταση από το τηλεφωνικό κέντρο. [5]

Το ADSL2+ χρησιμοποιεί τις συχνότητες 276 – 2200 kHz δηλαδή το διπλάσιο χώρο συχνοτήτων από το ADSL2 για το downloading. Τέλος κατά τη διαμόρφωση χρησιμοποιεί πιο εξελιγμένα χαρακτηριστικά για το θόρυβο και υψηλότερους ρυθμούς συμβόλων. [6]



Εικόνα 2: Σχέδιο συχνοτήτων ADSL 2+

1.5.5. Η Τεχνολογία SDSL

Η Τεχνολογία SDSL (Single – line Digital Subscriber Line) είναι παρόμοια με την τεχνολογία HDSL. Η ομοιότητα των δύο τεχνολογιών αυτών είναι ότι ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων είναι μέχρι τα 1,5 ή 2 Mbps, αυτό όμως απαιτεί μόνο ένα συνεστραμμένο ζεύγος χαλκού, για αυτό λειτουργεί σε μικρότερες αποστάσεις (3 χλμ).[7]

1.5.6. Η Τεχνολογία RADSL

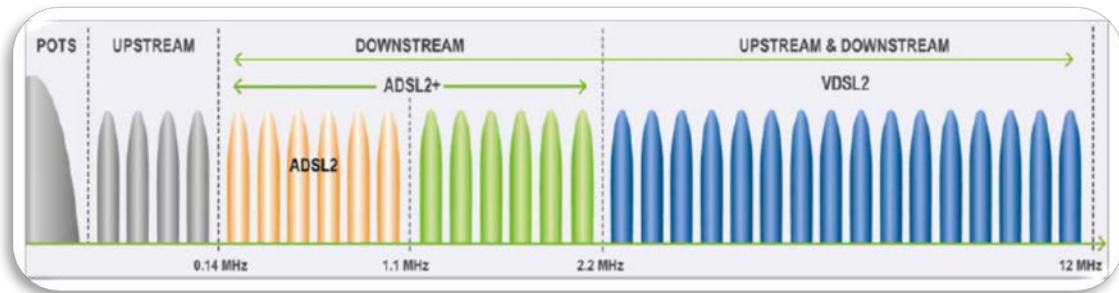
Η Τεχνολογία RADSL (Rate Adaptive DSL). Η τεχνολογία αυτή είναι μία ασύμμετρη DSL έχει τα ίδια χαρακτηριστικά της ADSL κυρίως αυτών που είναι βασισμένα στον κώδικα γραμμής CAP. Η ικανότητα της RADSL είναι να προσεγγίσει τη βέλτιστη ταχύτητα που μπορεί να επιτύχει. Το upstream κανάλι φτάνει ρυθμό μέχρι 1 Mbps και συμβαίνει αυτό γιατί χρησιμοποιεί συστήματα FDM. [7]

1.5.7. Η Τεχνολογία IDSL

Η Τεχνολογία IDSL είναι η τεχνολογία Integrated DSL όπου είναι μία απλή σύνδεση BRI – ISDN στον τοπικό βρόχο. Προσφέρει αμφίδρομα 128 Kbps την ίδια δηλαδή δυνατότητα που ήδη έχει και το ISDN. [7], [3]

1.5.8. Η Τεχνολογία VDSL

Τέλος η τεχνολογία VDSL (Very high speed DSL) είναι και αυτή ασύμμετρη DSL, υποστηρίζει πάρα πολύ μεγάλους ρυθμούς μετάδοσης και αυτή σε ένα ζεύγος καλωδίων. Αναφέρεται σε αποστάσεις 300 μ – 1500 μ και για αποστάσεις 100 μ – 300 μ μπορεί να φτάσει ταχύτητες μέχρι 51,84 Mbps στη λήψη του χρήστη και 1,6 Mbps για την εκπομπή. Θα αναλύσουμε την VDSL τεχνολογία σε επόμενο κεφάλαιο. [3]



Εικόνα 3: Σχέδιο συχνοτήτων VDSL

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Μοντέλα θορύβου που παρενοχλούν τις τεχνολογίες DSL

Τα συστήματα DSL επηρεάζονται από τον θόρυβο και επιπροσθέτως το σήμα τους δεν μεταδίδεται ορθά. Παρενοχλούνται από διάφορες πηγές θορύβου για το λόγο ότι χρησιμοποιούν ζεύγη καλωδίων χωρίς θωράκιση. Σημαντικό θα ήταν να αναφέρουμε ότι τα μακριά καλώδια λειτουργούν σαν μεγάλες κεραίες που έχουν την ικανότητα να δημιουργούν διάφορους τύπους θορύβου. Τα πιο σημαντικά μοντέλα θορύβου στο περιβάλλον των συστημάτων DSL είναι τα εξής :

- Λευκός Προσθετικός Gauss θόρυβος (AWGN)
- Κρουστικός Θόρυβος (Impulse Noise)
- Θόρυβος Ραδιοφωνικών Συχνοτήτων (RFI – Radio Frequency Interference)
- Θόρυβος Διαφωνίας (Crosstalk).

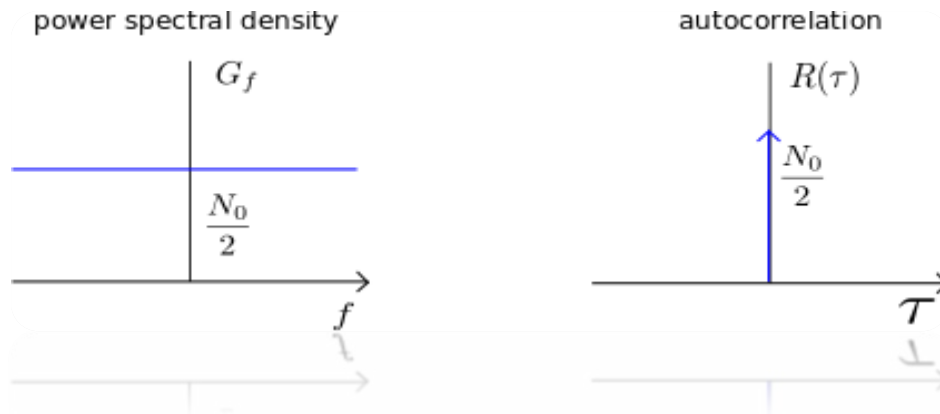
2.2 Λευκός Προσθετικός Gauss Θόρυβος (AWGN)

Με την τυχαία κίνηση των ηλεκτρονίων σε μία αντίσταση όπου η θερμοκρασία της είναι πάνω από το μηδέν δημιουργείτε θόρυβος στα άκρα της που ονομάζετε θερμικός ή αλλιώς λευκός θόρυβος.

Για τον θερμικό θόρυβο κύριο χαρακτηριστικό είναι ότι η φασματική πυκνότητα ισχύος έχει την ίδια τιμή για όλες τις συχνότητες σε τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές από dc έως 10^{12} Hz. Ο θερμικός ονομάζεται και λευκός και η φασματική πυκνότητα ισχύος του θορύβου δίνεται από τη σχέση:

$$G_n(f) = N_0/2 \quad \text{W/Hz}$$

Ο λευκός θόρυβος αναφέρεται και ως προσθετικός λευκός θόρυβος, τύπου (Gauss Additive, White, Gaussian Noise) AWGN γιατί προστίθεται στο επιθυμητό σήμα και έχει κατανομή πυκνότητας πιθανού τύπου Gauss με μηδενική τιμή.



Εικόνα 4: Φασματική Πυκνότητα Ισχύος

Τέλος πρέπει να αναφέρουμε ότι ο λευκός θόρυβος αποτελεί μία καλή προσέγγιση και κανένα άλλο είδος θορύβου δεν εκτείνεται σε όλο το φάσμα συχνοτήτων. Ο λευκός θόρυβος ισχύει αν το εύρος ζώνης του θορύβου είναι αρκετά μεγαλύτερο από το εύρος ζώνης του τηλεπικοινωνιακού συστήματος από το οποίο διέρχεται. [8]

2.3 Κρουστικός Θόρυβος (Impulse Noise)

Ο θόρυβος που θα αναλύσουμε σε αυτό το υποκεφάλαιο Impulse είναι ακουστικής κατηγορίας θορύβου όπου περιέχει αποτελέσματα που δεν είναι επιθυμητά, είναι σχεδόν στιγμιαία και απότομα. Τέτοιου είδους θόρυβοι προκαλούνται από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, γρατσουνιές στους δίσκους εγγραφής και κακός συγχρονισμός της ψηφιακής καταγραφής και επικοινωνίας. [10]

Ο κρουστικός θόρυβος λέγεται audio και αλλιώς θόρυβος παλμών και είναι ασυνεχής θόρυβος που αποτελείται από ακανόνιστους παλμούς μικρής διάρκειας και σχετικού εύρους. Σε ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο μέσα από πτώσεις κεραυνών σε ένα κύκλωμα μπορεί να δημιουργηθεί κρουστικός θόρυβος. Επίσης από βραχυκυκλώματα παρακείμενων κυκλωμάτων ισχύος ή από τις απότομες αλλαγές τάσεων τροφοδοσίας συστοιχιών. Γενικά από κάθε απότομη αλλαγή που γίνεται στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ή στο ίδιο κύκλωμα, ακόμη και στα γειτονικά κυκλώματα μπορεί να συμβεί κρουστικός θόρυβος. Με λίγα λόγια κατά τη διάρκεια ωρών αιχμής της τηλεπικοινωνιακής κίνησης αυξάνονται οι πιθανότητες να εμφανιστεί ο κρουστικός θόρυβος και πρέπει να αναφέρουμε ότι πολλές φορές συμβαίνει από τυχαίες αιτίες.[10]

2.4 Θόρυβος Ραδιοφωνικών Συχνοτήτων (RFI – Radio Frequency Interference)

Ο θόρυβος ραδιοφωνικών συχνοτήτων ή RFI εκπέμπεται από μία εξωτερική πηγή και επηρεάζει αρνητικά ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και οφείλεται σε μία ηλεκτρομαγνητική επαγωγή ή σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Αυτή η διαταραχή έχει ως συνέπεια τον περιορισμό της αποτελεσματικής απόδοσης του κυκλώματος, με αποτέλεσμα να υπάρξει υποβάθμιση ακόμη και συνολική απώλεια των δεδομένων. Η πηγή που προκαλεί τέτοιου είδους θόρυβο μπορεί να είναι κάποιο αντικείμενο που μεταφέρει ταχέως μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό ρεύμα.

Σε κάποιες περιπτώσεις το θόρυβο ραδιοφωνικών συχνοτήτων το χρησιμοποιούν για κάποιους σκοπούς. Για παράδειγμα χρησιμοποιείται σε ραδιοφωνικές παρεμβολές ή σε μορφές ηλεκτρονικού πολέμου ακόμη και ως παρασιτικές εκπομπές. Επίσης επηρεάζει το κινητό τηλέφωνο, το ραδιόφωνο FM και άλλες τεχνολογίες.

Τέλος αξίζει να αναφέρουμε πως ο θόρυβος ραδιοφωνικών συχνοτήτων μπορεί να έχει παρεμβολές και συσκευές των καταναλωτών. Μερικά είδη ηλεκτρονικών συσκευών είναι οι φούρνοι, οι ηλεκτρικές κουβέρτες, τα μαξιλάρια θέρμανσης, πολλές οθόνες υπολογιστών ή τηλεοράσεις που βρίσκονται πολύ κοντά η μία στην άλλη κ.α. Μπορεί να προκληθεί ηλεκτρομαγνητική παρεμβολή στα 2,4 GHz λόγω ασύρματων συσκευών παραδείγματος χάρη το Bluetooth ή τα ασύρματα τηλέφωνα. Ακόμη όταν υπάρχει ρεύμα πάνω από 2 Amp μπορεί να έχουμε τέτοιο θόρυβο όπως για παράδειγμα θερμοσίφωνες ή τροφοδοτικά. [14]

2.5 Θόρυβος Διαφωνίας (Crosstalk)

Ο θόρυβος της διαφωνίας γίνεται μεταξύ ενός συνόλου καλωδίων που προκαλεί μέσω ηλεκτρομαγνητικής σύζευξης την παρασιτική προσθήκη μέρους ενός σήματος κάποιου καλωδίου στα τμήματα των γειτονικών καλωδίων. Σαν συνέπεια έχει την αύξηση του θορύβου στο σύστημα όπου αυτό με τη σειρά του προκαλεί υποβάθμιση των επιδόσεων στην ποιότητα της υπηρεσίας. Στα συστήματα VDSL αυτά τα φαινόμενα είναι πολύ ισχυρά γιατί η διαφωνία είναι ανάλογη του εύρους συχνοτήτων.

Υπάρχουν δύο είδη διαφωνίας σε ένα σύστημα VDSL, η πρώτη είναι η παραδιαφωνία (Near – End Crosstalk ή NEXT) και η δεύτερη είναι η τηλεδιαφωνία (Far – End Crosstalk ή FEXT)

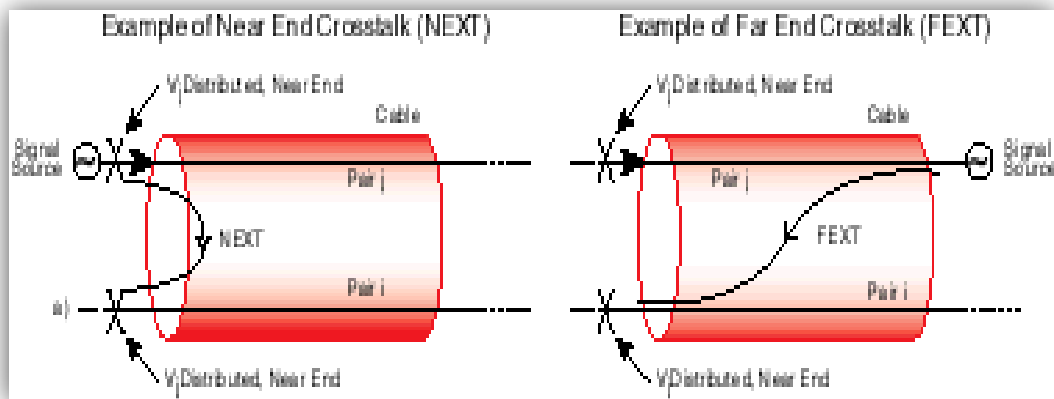
Η Παραδιαφωνία:

- Σχετίζεται με τις παρασιτικές παρεμβολές που συμβαίνουν ανάμεσα στα συστήματα διαφορετικής κατεύθυνσης.
- Είναι ανεξάρτητη του μήκους γραμμών και επειδή χρησιμοποιούνται διαφορετικά εύρη συχνοτήτων η επίδρασή της μετριάζεται.

Η Τηλεδιαφωνία:

- Σχετίζεται με τις παρασιτικές παρεμβολές που συμβαίνουν ανάμεσα στα συστήματα ίδιας κατεύθυνσης.
- Μπορεί να γίνει ισχυρή για μικρά μήκη γραμμών γιατί αφορά τη σύζευξη μεταξύ όμοιων εύρων συχνοτήτων. Για αυτό το λόγο αποτελεί κύριο παράγοντα θορύβου στα δίκτυα VDSL.

Το φαινόμενο της διαφωνίας επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις οι οποίες γίνονται αντιληπτές από τον πελάτη. Όταν δηλαδή αυξάνετε ο θόρυβος γίνεται αποσυγχρονισμός τη υπηρεσίας και στη συνέχεια γίνεται επανασυγχρονισμός σε μικρότερο όμως ρυθμό μετάδοσης.



Εικόνα 5 : NEXT/FEXT

Τα φαινόμενα της διαφωνίας ισχυροποιούνται με την ενεργοποίηση γειτονικών γραμμών με αποτέλεσμα να υπάρχουν σημαντικές βλαβερές επιπτώσεις στις επιδόσεις που μπορούν να επιτευχθούν από τις υπηρεσίες. Με λίγα λόγια όσο αυξάνονται οι ενεργοποιημένες γειτονικές γραμμές τόσο μειώνεται ο ρυθμός μετάδοσης. [11]

2.6 Τεχνικές Αποφυγής Θορύβου

Για να μπορούμε να παρέχουμε υπηρεσίες υψηλής ποιότητας θα πρέπει όπως γίνεται αντιληπτό να αντιμετωπιστούν όλες οι επιδράσεις των φαινομένων του θορύβου. Το σημαντικό είναι πως το πρότυπο VDSL διαθέτει αρκετές προσεγγίσεις για αυτό το σκοπό.

Τη λύση στο πρόβλημα μας δίνουν καινοτόμες τεχνικές δυναμικής διαχείρισης του χρησιμοποιημένου φάσματος (Dynamic Spectrum Management ή DSM). Αυτές οι τεχνικές DSM την ικανότητα να εξαφανίσουν τις ανεπιθύμητες επιδράσεις του θορύβου πλήρως. Υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες τεχνικών DSM :

- DSM Level – 0. Σε αυτή τη κατηγορία γίνεται στατική διαχείριση του φάσματος. Κάθε γραμμή χρησιμοποιεί το μέγιστο όριο της φασματικής πυκνότητας ισχύος και έτσι μπορεί να επιτύχει βέλτιστες επιδόσεις χωρίς να πρέπει να υπολογίσει την ποιότητα της υπηρεσίας των γειτονικών γραμμών.
- DSM Level – 1. Σε αυτή τη κατηγορία υπάρχει ξεχωριστό όριο φασματικής πυκνότητας ισχύος σε κάθε γραμμή μεμονωμένα και έτσι δεν δημιουργείται θόρυβος σε διπλανές γραμμές.

- DSM Level – 2. Σε αυτή τη κατηγορία υπάρχει δυναμική προσαρμογή της συνολικής μορφής της φασματικής πυκνότητας ισχύος όπου εδώ μπορεί να συμβεί ομαδική αποφυγή θορύβου σε πολλές γραμμές από το ίδιο καλώδιο.
- DSM Level – 3. Στην τελευταία κατηγορία όπου είναι και η πιο αποτελεσματική μπορεί να εξαφανίσει το θόρυβο πλήρως. Σε αυτή τη τεχνολογία υπάρχει κεντρικός συντονισμός της μορφής της φασματικής πυκνότητας ισχύος και κεντρική επεξεργασία αφαίρεσης θορύβου από όλες τις γραμμές όπου χρησιμοποιούν τεχνικές διανυσματοποιημένης μετάδοσης (vectored transmission) και τεχνικές μετάδοσης πολλαπλών εισόδων και πολλαπλών εξόδων (Multiple Input – Multiple Output MIMO).

Τέλος εκτός από τις τεχνικές DSM αξίζει να αναφέρουμε ότι το VDSL περιέχει και άλλες επιπρόσθετες τεχνικές για την αποφυγή θορύβου και για να παρέχει βέλτιστες υπηρεσίες. [11]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Εισαγωγή στις Οπτικές Ύνες

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η εξάπλωση του διαδικτύου τα τελευταία χρόνια όλο και αυξάνονται. Σε κάθε σημείο του πλανήτη οι άνθρωποι μέσω αυτών των τηλεπικοινωνιακών δικτύων μπορούν να επικοινωνήσουν, να ενημερωθούν, να αγοράσουν, να πουλήσουν και πολλές άλλες ικανότητες. Το να έχουμε πρόσβαση στο διαδίκτυο και να πλοηγηθούμε είναι γενικά μία εύκολη διαδικασία χρειάζεται όμως κατάλληλη υποδομή όπου θα δύναται συνεχώς να καλύπτει τις απαιτήσεις που θα δημιουργούνται και σε μεγαλύτερο εύρος ζώνης.

Με τη συνεχή ανάπτυξη του διαδικτύου συνεπάγεται και η γρήγορη ανάπτυξη της τεχνολογίας για να μπορέσει να δώσει περισσότερες πληροφορίες και να υποστηρίξει και νέες υπηρεσίες όπου θα έχουν αυξημένες απαιτήσεις στο ρυθμό μετάδοσης. Για παράδειγμα στη σημερινή εποχή αντί για το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο χρησιμοποιούμε την τηλεδιάσκεψη με αποτέλεσμα να υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις ρυθμού μετάδοσης. Αξίζει να αναφέρουμε ότι σε online εφαρμογές η ανάγκη μειωμένης καθυστέρησης ανταπόκρισης του δικτύου είναι σημαντική ώστε οι χρήστες να μην μπορούν να το αντιληφθούν. Τέλος οι νέες υπηρεσίες απαιτείται να έχουν χαμηλό κόστος ώστε να είναι προσιτές στους πελάτες.

Το υψηλότερο εύρος ζώνης το προσφέρουν τα οπτικά δίκτυα υψηλής χωρητικότητας μέσω της οπτικής ίνας όπου μπορούν να υποστηρίξουν πολύ υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης σε μεγάλες αποστάσεις πράγμα που δεν το έχει προσφέρει κάποια άλλη τεχνολογία προηγουμένως. Ως αποτέλεσμα με τη χρήση οπτικής ίνας από τα δίκτυα θα μπορέσουν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της χωρητικότητας, ταχύτητας, απόστασης. Στα πιο παλιά εγκατεστημένα οπτικά δίκτυα οι ταχύτητες φτάνουν από 2,5 Gbps, 5Gbps και 10Gbps ανά κανάλι αλλά με την εξέλιξη και την έρευνα υπάρχουν τεχνικές μετάδοσης με τις ταχύτητες των 40Gbps ανά κανάλι.

Ο διαχωρισμός των δικτύων γίνεται σε μητροπολιτικά δίκτυα και σε δίκτυα ευρείας έκτασης. Τα μητροπολιτικά δίκτυα υπάρχουν για μία συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή λόγου χάρη για ένα δήμο και οι κατηγορίες τους είναι δύο: τα δίκτυα πρόσβασης τα οποία συγκεντρώνουν την πληροφορία που παράγουν οι χρήστες στους κόμβους πρόσβασης και τα δίκτυα διανομής όπου διασύνδεουν τους κόμβους πρόσβασης με μεγαλύτερους κόμβους διανομής. Τα ευρείας έκτασης δίκτυα όμως αφορούν τη διασύνδεση των μητροπολιτικών δικτύων από απομακρυσμένες περιοχές για παράδειγμα πόλεων ή χώρων ακόμη καλύπτουν αποστάσεις πολλών χιλιάδων χιλιομέτρων. Αυτή η διασύνδεση γίνεται με κύριους κόμβους του δικτύου ευρείας έκτασης.

Δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε να αναφέρουμε ότι τα δίκτυα έχουν και άλλο διαχωρισμό. Διαχωρίζονται σε δημόσια και ιδιωτικά. Τα δημόσια δίκτυα είναι περισσότερα από τα ιδιωτικά και η γεωγραφική κάλυψη που παρέχουν είναι μεγαλύτερη και τα διαχειρίζονται διαδικτυακά πάροχοι και φορείς. Στην αρχή τα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα που είχαν δημιουργηθεί μπορούσαν να προσφέρουν μόνο τηλεφωνικές υπηρεσίες. Στις μέρες μας όμως ένα

τηλεπικοινωνιακό δίκτυο μπορεί να προσφέρει και το διαδίκτυο σε πάρα πολλούς χρήστες. Τέλος τα δημόσια δίκτυα παρέχουν τηλεφωνικές γραμμές, μισθωμένες γραμμές όπως και κατάλληλες υποδομές σε δίκτυα παρόχων και κινητής τηλεφωνίας. Τα ιδιωτικά δίκτυα από την άλλη πλευρά είναι καθαρά ιδιοκτησία διαφόρων οργανισμών και σκοπός τους είναι η κάλυψη εσωτερικών αναγκών. Τα ιδιωτικά δίκτυα χωρίζονται με βάση της περιοχής που καλύπτουν σε LAN (local area network) τοπικά δίκτυα, σε MAN (metropolitan area network) μητροπολιτικά δίκτυα και σε WAN (wide area network) δίκτυα ευρείας περιοχής.

Τέλος οι οπτικές ίνες προσφέρουν μία τεχνολογία όπου καθιστά εφικτή την οπτική διασύνδεση σε όλα τα είδη δικτύων που αναφέραμε και παρέχουν τεράστιους ρυθμούς μετάδοσης και κοινή υποδομή σε πολλές υπηρεσίες. Οι οπτικές ίνες ακόμη χρησιμοποιούνται μόνο για τα δίκτυα ευρείας έκτασης και τα μητροπολιτικά και όχι για τα δίκτυα πρόσβασης. Για παράδειγμα μεγάλες εταιρίες έχουν διαδικτυακή πρόσβαση μέσω οπτικών ινών αλλά δεν είναι ακόμη συνδεδεμένα γιατί υπάρχει υψηλό κόστος. Μόνο η τεχνική FTTH (fiber – to – the – home) δηλαδή η οπτική ίνα μέχρι το σπίτι εφαρμόζεται τα τελευταία χρόνια και χρησιμοποιείται και στη χώρα μας από το VDSL. [12]

3.2 Ορισμός Οπτικής Ίνας

Οι οπτικές ίνες αποτελούνται από πολύ λεπτά νήματα φτιαγμένα από πλαστικό ή από γυαλί όπου η διάμετρός τους είναι μικρότερη των 8 μm και στο εσωτερικό τους μεταδίδονται ψηφιακά δεδομένα υπό τη μορφή φωτός. Τις πιο πολλές φορές υπάρχουν συγκεντρωμένες σε δέσμες που σχηματίζουν τα οπτικά καλώδια. Τα καλώδια οπτικών ινών περιέχουν στο εσωτερικό τους δεκάδες ή εκατοντάδες πολύ λεπτές οπτικές ίνες όπου η διάμετρός τους είναι μικρότερη και από μία τρίχα.

Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται σε δίκτυα επικοινωνιών όπου σε πολύ υψηλό εύρος ζώνης γίνεται η μετάδοση φωτεινών σημάτων και με ταχύτητα φωτός αντίθετα με άλλες μορφές μετάδοσης όπως για παράδειγμα ο χαλκός. Επίσης τα σήματα ταξιδεύουν μέσω της οπτικής ίνας με μικρότερη απώλεια και χωρίς την επιρροή από τις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Για αυτό το λόγο γίνεται προτίμηση της οπτικής ίνας από ότι των μεταλλικών καλωδίων. Τέλος οι με την εξέλιξη της τεχνολογίας οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται για μεταφορά εικόνων και έχουν ειδική σχεδίαση για πολλές εφαρμογές όπως των αισθητήρων λέιζερ. [13]

3.3 Αρχές Λειτουργιών

Οι οπτικές ίνες λειτουργούν βάση της ικανότητας να μεταδίδεται το φως από ένα σημείο σε ένα άλλο βάση της κατασκευής τους. Με τον τρόπο που είναι κατασκευασμένη η οπτική ίνα όταν το φως θα συναντήσει δυσκολία κατά την κίνηση του μέσα στην οπτική ίνα τότε ο δείκτης διάθλασης του υλικού θα αναλάβει για να καθορίσει την κίνησή του. Ουσιαστικά ο δείκτης διάθλασης είναι ο λόγος της ταχύτητας του φωτός στο κενό. Η ταχύτητα του φωτός είναι η μεγαλύτερη ταχύτητα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας προς την ταχύτητα στο μέσο διάδοσης, επίσης όταν είναι σε κάποιο υλικό είναι μικρότερη από αυτή στο

κενό και τότε ο συντελεστής διάθλασης από τα διάφορα υλικά είναι μικρότερος από τον συντελεστή διάθλασης του κενού.

Γενικά η διάδοση του φωτός στα υλικά αναλύεται από το νόμο του Snell. Ο συγκεκριμένος νόμος προσδιορίζει τις γωνίες ανάκλασης και τις γωνίες διάθλασης (angle of incidence) θ_1 και (angle of refraction) θ_2 και χρησιμοποιεί τον λόγο των δεικτών διάθλασης n . Ο νόμος του Snell δύνεται από τη σχέση :

$$n_1 * \sin\theta_1 = n_2 * \sin\theta_2$$

Ποιο αναλυτικά ο νόμος του Snell υποστηρίζει πως το φώς όταν κινείται προς ένα υλικό και ο δείκτης διάθλασης είναι μικρότερος από αυτόν στο οποίο βρίσκεται και η γωνία όπου προσπίπτει είναι αρκετά μεγάλη τότε δεν θα έχουμε διάθλαση αλλά ολική ανάκλαση. Η γωνία όπου συμβαίνει αυτό το φαινόμενο ονομάζεται οριακή γωνία. Αποτέλεσμα του παραπάνω φαινομένου είναι ότι υπάρχει συνεχόμενη διάδοση του φωτός στο ίδιο υλικό και αποτελεί την αρχή λειτουργίας των οπτικών ινών. Στις οπτικές ίνες δηλαδή το φώς διαδίδεται μέσα τους λόγω των συνεχόμενων ανακλάσεων που γίνεται μέσα σε αυτές και η οριακή γωνία προκαλεί ολική ανάκλαση στη διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ των δύο υλικών και ο καθορισμός της γίνεται από τον δείκτη διάθλασης των δύο υλικών.

Θα μελετήσουμε ακριβώς την περίπτωση οπτικών ινών. Η οριακή γωνία είναι ένας κώνος όπου το αριθμητικό άνοιγμα της ίνας του το καθορίζει. Το αριθμητικό αυτό άνοιγμα είναι το ημίτονο της μέγιστης γωνίας εισόδου μιας ακτίνας φωτός όπου αυτή να διαδοθεί μέσα στην οπτική ίνα με ολική ανάκλαση. Αυτό δίνεται από τη σχέση :

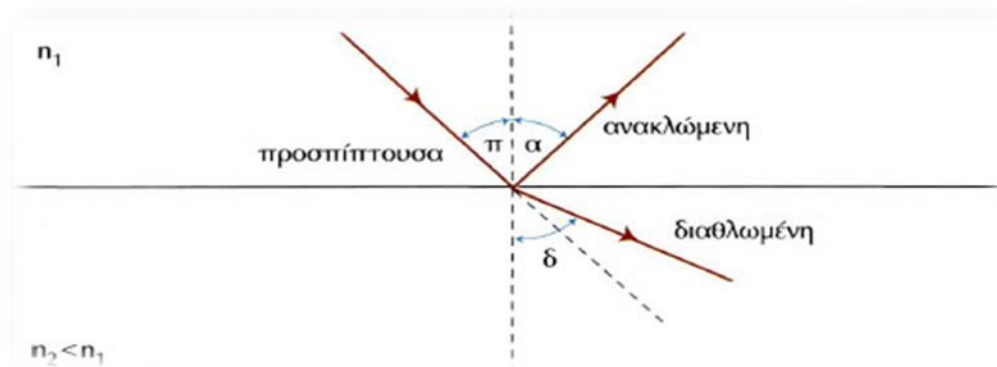
$$NA = n_i * \sin\theta_a$$

Όπου:

n_i = δείκτης διάθλασης του υλικού έξω από την οπτική ίνα.

θ_a = η γωνία αποδοχής μιας ίνας. (η μισή γωνία του κώνου φωτός που μπορεί να πέσει πάνω στην οπτική ίνα και να ανακλαστεί ολικά).

Το αριθμητικό άνοιγμα και οι γωνίες αποδοχής χρησιμοποιούνται επίσης και για την ποιότητα πομπών και ανιχνευτών. [12]



Εικόνα 6 : ανάκλαση του φωτός στην οπτική ίνα

3.4 Δομή και Χαρακτηριστικά Οπτικών Ινών

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα αναλύσουμε τη δομή και τα χαρακτηριστικά των οπτικών ινών. Οι οπτικές ίνες αποτελούνται από τρία βασικά μέρη :

- Το πυρήνα (core). Ο πυρήνας βρίσκεται στο κέντρο της ίνας και αυτή η περιοχή μεταφέρει το φως. Η κατασκευή του πυρήνα είναι από γυαλί ή από πλαστικό υψηλής καθαρότητας και η διάμετρός του ανάλογα με το είδος της ίνας είναι από 9 μm έως 100 μm .
- Το περίβλημα (cladding). Είναι το υλικό όπου υπάρχει γύρω από τον πυρήνα και είναι αυτό το μέρος όπου ανακλά το φως πίσω από τον πυρήνα. Και το περίβλημα είναι κατασκευασμένο από γυαλί ή από πλαστικό υψηλής καθαρότητας και η διάμετρός του είναι από 125 μm ή 140 μm . Αξίζει να αναφέρουμε ότι ο δείκτης διάθλασης του πυρήνα είναι υψηλότερος από το δείκτη διάθλασης του περιβλήματος.
- Το κάλυμμα ή ενίσχυση (jacket). Το κάλυμμα είναι η εξωτερική περιοχή της ίνας, η κατασκευή του είναι από πλαστικό υλικό και προστατεύει το γυαλί της οπτικής ίνας. Η διάμετρός του είναι 250 ή 500 ή 900 μm ανάλογα τον τύπο της ίνας. [12]



Εικόνα 7 : Δομή της οπτικής ίνας

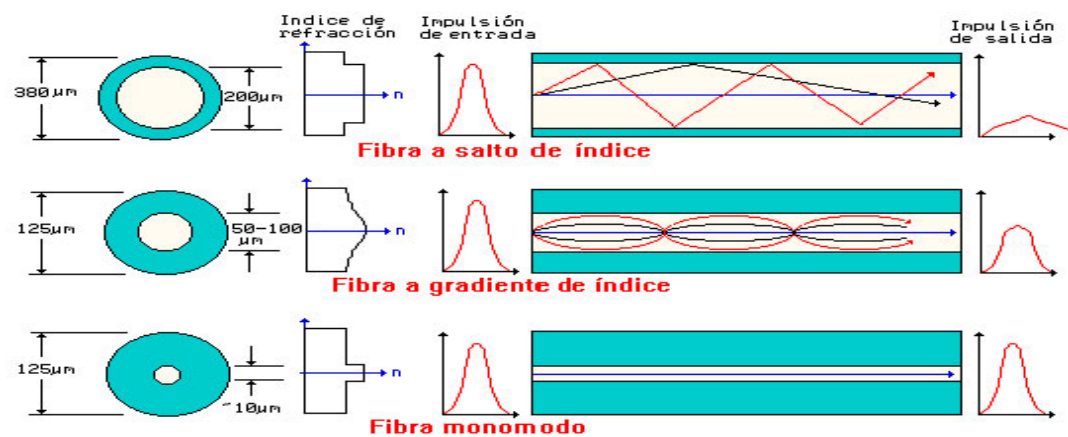
3.5 Τύποι Οπτικών Ινών

Οι οπτικές ίνες με το πέρασμα των χρόνων έχουν εξελιχθεί με τη βοήθεια διαφόρων τύπων όπου ο καθένας ικανοποιεί τις διάφορες απαιτήσεις των τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών. Για κάθε τύπο οπτικής ίνας υπάρχουν τα χαρακτηριστικά μετάδοσης, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, τα μηχανικά χαρακτηριστικά κ.α. οι οπτικές ίνες ανάλογα με τον ρυθμό που υποστηρίζουν χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

Η πρώτη κατηγορία είναι του Απλού Τύπου (Single mode) ή Μονοτροπικές. Σε αυτή τη κατηγορία οι οπτικές ίνες έχουν διαστάσεις μέχρι 10 μm . Σε αυτή την κατηγορία μπορούμε να στείλουμε δεδομένα σε μεγάλες αποστάσεις γιατί τα κύματα φωτός ταξιδεύουν σε ευθεία γραμμή. Ο πυρήνας τους έχει μικρή διάμετρο και επιτρέπει να περάσουν ένα περιορισμένο πλήθος ακτίνων μόνο δηλαδή οι ακτίνες που προσπίπτουν κάθετα στην επιφάνεια διανομής τους. Ο χαρακτηρισμός των ινών αυτών είναι και ως ίνες με βηματική κατανομή.

Η δεύτερη κατηγορία είναι του πολλαπλού τύπου (Multi mode) ή Πολυτροπικές. Σε αυτή τη κατηγορία αλλάζουν οι διαστάσεις της οπτικής ίνας, είναι πιο "χοντρές" από τις Απλού Τύπου και οι διαστάσεις τους είναι από 50 – 100 μm . Μπορούν όμως σε αντίθεση με του απλού τύπου να στείλουν παράλληλα σε ξεχωριστό μονοπάτι πολλά κύματα φωτός. Εδώ το κάθε κύμα φωτός εισέρχεται από διαφορετική γωνία και ακολουθεί το δικό του μονοπάτι μέσα στην οπτική ίνα μέσω των διαδοχικών ανακλάσεων που συμβαίνουν μέσα στο περίβλημα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αφού γίνονται παράλληλα με πολλά κύματα φωτός να μπορούμε να στέλνουμε παράλληλα, τεράστιο όγκο δεδομένων.

Τέλος αξίζει να αναφέρουμε κάποιες διαφορές στους δύο αυτούς τύπους οπτικών ινών. Οι πολυτροπικές έχουν υψηλότερο ποσοστό εξασθένησης ενώ οι μονοτροπικές χαμηλό. Η δυνατότητα σύζευξης είναι πιο εύκολη στις πολυτροπικές. Το κόστος αγοράς είναι υψηλότερο στις μονοτροπικές και τέλος οι τεχνικές απαιτήσεις για τις πολυτροπικές είναι περιορισμένες ενώ στις μονοτροπικές είναι υψηλές. [13]



Εικόνα 8 : Είδη Οπτικών Ινών

3.6 Καλώδια Οπτικών Ινών

Όπως ακριβώς είναι φτιαγμένο ένα δίκτυο καλωδίων χαλκού, έτσι ακριβώς είναι φτιαγμένο και ένα οπτικού δικτύου πρόσβασης. Η κατασκευή καλωδίων οπτικής ίνας έχει αντίστοιχη χωρητικότητα με αυτή των καλωδίων χαλκού μέχρι και 2000 οπτικές ίνες.

Τα καλώδια οπτικών ινών τα οποία χρησιμοποιούνται σε ένα δίκτυο πρόσβασης είναι καλώδια σωληνώσεως τύπου (ΣΕΤ). Έχουν μανδύα

πολυαιθυλενίου και είναι θωρακισμένα με αλουμίνιο το οποίο δίνει προστασία από την υγρασία. Το εσωτερικό του πυρήνα περιέχει jelly ή υδρο – απορροφητικές ταινίες όπου δίνουν προστασία από τη διείσδυση νερού στο καλώδιο.

Υπάρχουν δύο βασικές τεχνικές για την κατασκευή καλωδίων οπτικών ινών και χρησιμοποιούν:

- ✓ Οπτικές ίνες σε σωληνίσκους χαλαρής δομής.
- ✓ Ινοταινίες σε καλωδιακό πυρήνα με εγκοπές.

Τα καλώδια σωληνίσκους χαλαρής δομής αποτελούν την κυρίαρχη τεχνολογία κατασκευής καλωδίων οπτικών ινών στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, τα καλώδια με ινοταινίες όμως τα χρησιμοποιούν η Ιαπωνία, ΗΠΑ, Σουηδία αλλά και στην Ιταλία.

Η δομή των καλωδίων σωληνίσκων είναι η εξής:

Χρησιμοποιούνται σωληνίσκοι όπου η χωρητικότητά τους είναι μέχρι δώδεκα ίνες οι οποίες είναι χρωματικά κατάλληλες όπως ισχύει στο χρωματικό κώδικα. Στον άξονα είναι τοποθετημένο ένα μεταλλικό στοιχείο μηχανικής ενίσχυσης από ίνες αραμιδής (FRP) και η διάμετρός του είναι 2 – 3 mm. Γύρω από αυτό το στοιχείο συστρέφονται οι σωληνίσκοι σε μία ή δύο στρώσεις και η πλέξη τους εναλλάσσετε (SZ) όπου σχηματίζεται ο καλωδιακός πυρήνας.

Στο δίκτυο του ΟΤΕ χρησιμοποιούνε καλώδια μέχρι και 96 ίνες δηλαδή 8 σωληνίσκους των 12 ινών. Μπορούν όμως να κατασκευάσουν καλώδια 216 ινών δηλαδή δύο στρώσεις 6 και 12 σωληνίσκων των 12 ινών, υπάρχουν και καλώδια που φτάνουν μέχρι και 288 ίνες.

Η δομή των καλωδίων ταινιωτού τύπου είναι η εξής:

Εδώ οι οπτικές ίνες συσκευάζονται σε μορφή ταινίας που μπορεί να περιλαμβάνει μέχρι και 12 οπτικές ίνες.

Το καλώδιο φτιάχνεται από την ομαδοποίηση των ταινιών αυτών που τις τοποθετούν στις εγκοπές ενός καλωδιακού πύρινα. Αυτό το καλώδιο μεγάλης χωρητικότητας μπορεί να ξεπερνά και τις 1000 ίνες. Έχει γίνει αναφορά πως έχει δημιουργηθεί τέτοιο καλώδιο με 2000 οπτικές ίνες.

Τα καλώδια ταινιωτού τύπου με εγκοπές έχουν πλεονέκτημα σε σχέση με τα καλώδια των διακριτών ινών σε σωληνίσκους γιατί έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα σε οπτικές ίνες. Ο χειρισμός τους όμως είναι περίπλοκος κατά τις διαδικασίες διασύνδεσης κυρίως για τη δυνατότητα πρόσβασης στις ίνες κάποιας εγκοπής του καλωδίου χωρίς να επηρεάζονται οι υπόλοιπες, δηλαδή διαδικασία απομάστευσης οπτικών ινών. [11]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Εισαγωγή στο VDSL

Το 2008 ο ΟΤΕ κάνει μια νέα επένδυση στην τεχνολογία VDSL όπου οι ταχύτητες φτάνουν τα 30 Mbps / 2,5 Mbps download και τα 50 / 5Mbps upload. Μέχρι και το 2010 έχουν γίνει εγκαταστάσεις οπτικής ίνας σε πάρα πολλές περιοχές της χώρας.

Από το 2010 και μετά ο ΟΤΕ δημιουργεί ένα δικό του δίκτυο νέας γενιάς το NGA (New Generation Access) όπου παρέχει στους τελικούς χρήστες ευρυζωνικές υπηρεσίες πάρα πολύ υψηλών ταχυτήτων με βελτιωμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Το δίκτυο του χαλκού που προϋπήρχε από το κέντρο του ΟΤΕ έως τα KV (καφάο) τώρα θα αντικατασταθεί από τις οπτικές ίνες. Το νέο αυτό δίκτυο είναι τύπου FTTC (Fiber to the Cabinet) δηλαδή οπτικές ίνες έως το KV και FTTB (Fiber to the Building) δηλαδή οπτικές ίνες έως το κτίριο, όπου θα δίνει ταχύτητες για VDSL και VDSL2.

Τις χρονιές από το 2010 έως το 2012 ο ΟΤΕ φέρνει τις οπτικές ίνες πιο κοντά στα σπίτια των καταναλωτών. Από το δίκτυο του ΟΤΕ όπου οι οπτικές ίνες ξεπερνούσαν τα 35.000 χιλιόμετρα σε όλη την Ελλάδα και οι βασικοί κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους με κυκλώματα των 10 Gbps τώρα δημιουργούνται υποδομές οπτικών ινών νέας γενιάς. Με τη διαδικασία αυτή ο ΟΤΕ θα προσφέρει ταχύτητες έως 50 Mbps.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι το 2013 ο ΟΤΕ με συνεργασία της Deutsche Telekom αρχίζουν να δοκιμάζουν μία νέα ευρυζωνική τεχνολογία τη Vectoring. Η τεχνολογία αυτή θα μπορέσει να διπλασιάσει την ταχύτητα του VDSL και θα φτάσει τα 100 Mbps download και τα 40 Mbps upload και θα έχει ως συνέπεια να εξουδετερώσει το << θόρυβο >> στα καλώδια του χαλκού. Η VDSL Vectoring είναι η τελευταία εξέλιξη της VDSL2 και οι ταχύτητες download στο δίκτυο του χαλκού θα είναι 100 Mbps όπως προαναφέραμε για το δίκτυο FTTC και πάνω από 200 Mbps για το δίκτυο FTTB.

Τέλος τα εργαστήρια Έρευνας και Τεχνολογίας του ΟΤΕ βρίσκονται ακόμη σε δοκιμές αυτής της νέας τεχνολογίας VDSL Vectoring και θα αποφασίσουν πότε θα πρέπει να εισαχθεί στα ευρυζωνικά δίκτυα πρόσβασης. [15]

4.2 Τι είναι το VDSL

Η τεχνολογία αυτή είναι η πιο γρήγορη τεχνολογία ασύμμετρης DSL χρησιμοποιώντας είτε μία απλή τηλεφωνική γραμμή είτε μία γραμμή ISDN. Είναι ο συνδυασμός των χάλκινων καλωδίων του τοπικού βρόχου με οπτική ίνα που μπορεί να εξυπηρετήσει δεκάδες σπίτια στη γειτονιά όπου μεταδίδει δεδομένα με υψηλές ταχύτητες σε μικρές αποστάσεις. Είναι το δίκτυο της επόμενης γενιάς μετά το ADSL. Η τεχνολογία VDSL παρέχει και υπηρεσίες που απαιτούν υψηλό εύρος ζώνης όπως η τηλεόραση υψηλής ανάλυσης, ψηφιακό video και τη διασύνδεση απομακρυσμένων εταιρικών δικτύων. [16] [17]

4.3 Τεχνική Περιγραφή και Αξιολόγηση της Τεχνολογίας VDSL

Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο η VDSL είναι μία τεχνολογία παρόμοια με την ADSL αλλά η διαφορά είναι ότι οι ρυθμοί μετάδοσης είναι μεγαλύτερη και οι αποστάσεις μικρότερες. Η VDSL τεχνολογία για να υλοποιηθεί έχει τέσσερις διαφορετικούς κώδικες γραμμής:

- Πρώτος κώδικας είναι η CAP όπου είναι μια διαφορετικής μορφής της QAM διαμόρφωσης γραμμής.
- Δεύτερος κώδικας είναι η DMT όπου είναι μία διαμόρφωση που έχει την ιδιότητα να αποδιαμορφώνει τους φορείς στην συχνότητα μέσω ενός συστήματος με πολλαπλούς φορείς και διακριτό μετασχηματισμό Fourier.
- Τρίτος κώδικας είναι η DWMT μία τεχνική διαμόρφωσης όπου και αυτή έχει πολλαπλούς φορείς και χρησιμοποιείται για να αξιοποιηθεί το σύνολο των δυνατοτήτων των χάλκινων καλωδίων με αποτέλεσμα να υπάρχει η προσφορά υπηρεσιών ευρείας ζώνης και προς τις δύο κατευθύνσεις.
- Τέλος τέταρτος κώδικας είναι η SDMT μία τεχνική διαμόρφωσης που λειτουργεί σε συνδυασμό δυο διαφορετικών τεχνικών μετάδοσης δεδομένων, την DMT για την μετάδοση και την τεχνική χρονικής απόπλεξης (TDD) για τον προγραμματισμό του ανοδικού και καθοδικού ρυθμού μετάδοσης.

Σύμφωνα με το G.933.1 πρότυπο της ITU – T οι ρυθμοί μετάδοσης και οι αποστάσεις μέχρι 1,5 km καλωδίου έχουν 12 Mbps και για αποστάσεις μέχρι τα 300 m, από το κεντρικό γραφείο μέχρι τον χρήστη δηλαδή φτάνει περίπου τα 52 Mbps σε downstream. Για upstream από τον χρήστη μέχρι το κεντρικό γραφείο οι ρυθμοί μετάδοσης είναι από 1,6 Mbps έως 2,3 Mbps. Η VDSL μπορεί να καλύψει μόνο κοντινές αποστάσεις CO'S. Για αυτό το λόγω εμφανίζονται λιγότερα προβλήματα στην απόδοση των γραμμών σε σύγκριση με την ADSL τεχνολογία. Η QAM είναι μία μέθοδος διαμόρφωσης όπου λαμβάνει υπόψη της την κατανάλωση ισχύος, την απόδοση και το κόστος.

Τέλος η VDSL τεχνολογία έχει ιδανικούς ρυθμούς μετάδοσης αλλά οι απαιτήσεις των χρηστών δεν την καθιστούν αναγκαία ακόμη για το λόγω ότι την γρήγορη πρόσβαση στο internet μπορούν να την πετύχουν και με άλλες τεχνολογίες x DSL όπως η ADSL και η RDSL οι οποίες είναι και αυτές πολύ ικανοποιητικές. [17]

4.4 Στόχος της VDSL τεχνολογίας

Η νέα γενιά internet είναι το VDSL με στόχο να ολοκληρώσει «integrated» υπηρεσίες τηλεφωνίας και διασκέδασης από το σπίτι. Με τις αναβαθμισμένες δυνατότητες της νέας τεχνολογίας VDSL μπορούν να αλλάξουν την καθημερινή εμπειρία του internet. Ο στόχος λοιπόν της VDSL τεχνολογίας είτε για ψυχαγωγικούς είτε για επαγγελματικούς λόγους είναι να πετύχει τις παρακάτω εφαρμογές :

- Εξαιρετικά γρήγορο downloading αρχείων
- Εξαιρετικά High Definition video – streaming χωρίς διακοπές
- Άμεσο uploading και sharing φωτογραφιών και video
- On line σύνδεση πολλών συσκευών ταυτόχρονα, χωρίς προβλήματα. Συσκευές όπως laptops, Smartphone, tablets κονσόλες παιχνιδιών, κλπ
- Καλύτερη απόδοση στο online gaming. [18] [19]

Σύμφωνα με κάποιον χρήστη όπου έχει την υπηρεσία VDSL θα αναλύσουμε τις τρεις πρώτες εφαρμογές για το γρήγορο downloading αρχείων, την γρήγορη πλοήγηση στο internet και την IPTV.

Ο χρήστης αναφέρει ότι για να «πιάσουμε» τις συγκεκριμένες ταχύτητες θα πρέπει να έχουμε και τον κατάλληλο υπολογιστή με τον κατάλληλο εξοπλισμό (κάρτες οθόνης, κάρτες δικτύου κτλ). Επίσης θα πρέπει το site που θα επισκεπτόμαστε να έχει καλή απόκριση για το κατέβασμα των αρχείων.

Ο χρήστης διαθέτει μία γραμμή VDSL η οποία του προσφέρει ταχύτητα 50 Mbit/sec upload. Η διαφορά με το ADSL είναι ότι στο VDSL η ταχύτητα είναι πάντα σταθερή στο Router. Όσον αφορά την πλοήγηση στο internet είναι πάρα πολύ αξιόπιστη. Οι καθυστερήσεις που μπορεί να συμβούν είναι λόγω των site και τον σχεδιασμό τους. Για παράδειγμα σε διάφορες υπηρεσίες όπως το facebook υπάρχουν πολλές διαφημίσεις όπου καθυστερούν την εμφάνιση της σελίδας.

Επίσης όσον αφορά το download, κατά το χρήστη, μας λέει ότι είναι και αυτό μία ευχαρίστηση. Για παράδειγμα στο κατέβασμα των windows 8 Consumer Preview (ISO images, 32 και 64 bit), οι ταχύτητες που «έπιασε» ο χρήστης ήταν από 4 μέχρι 5Mbit/sec για μεγάλα μεγέθη αρχείων και στο συγκεκριμένο site υπάρχει μεγάλη κίνηση. Ακόμη για κατέβασμα αρχείων όπως σειρές και ταινίες «έπιασε» από 100 μέχρι 150 KB/sec και πολύ σπάνια στην καλύτερη περίπτωση έως και 200 KB/sec.

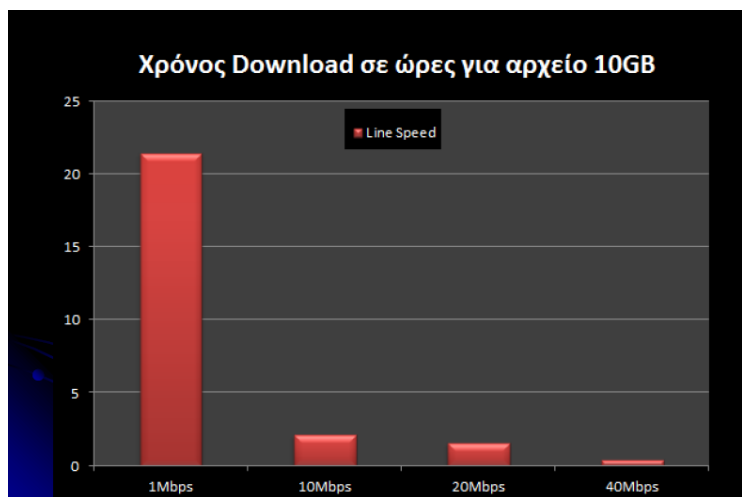
Γενικά ο χρήστης άρχισε να κατεβάζει μεγάλα μεγέθη αρχείων από 1εως 20 GB. Μπορεί να κατεβάσει αρχείο με 20 GB και να συνεισφέρει δίνοντας πίσω 100 GB. Υπάρχουν site που για να πετύχουμε αυτές τις υψηλές ταχύτητες και να κατεβάσουμε αρχείο δεν έχουν πολλούς συνδεδεμένους χρήστες. Σε περιπτώσεις που έτυχαν στο χρήστη να κατεβάσει αρχείο 13,6 GB χρειάστηκαν 2,5 με 3 ώρες σε σύγκριση δηλαδή με άλλη τεχνολογία x DSL χρειαζόταν να κατεβάσουμε αυτό το αρχείο από 3 έως 5 ημέρες. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις σε μερικά site με εγγραφή να μπορούμε να κατεβάσουμε γρήγορα τα 6,5 GB σε περίπου 30 λεπτά αλλά το ανέβασμα να μην είναι καθόλου γρήγορο.

Τέλος ο χρήστης αναφέρεται και στην εικόνα και τη προβολή όπου δεν έχει ούτε σπασίματα ούτε προβλήματα. Μας αναλύει ότι μαζί με την υπηρεσία ευρυζωνικής πρόσβασης στο internet υπάρχει και η υπηρεσία IPTV δηλαδή η τηλεόραση από την ίδια γραμμή. Ο χρήστης αναφέρει ότι γενικά δεν αντιμετώπισε προβλήματα. Στη εναλλαγή καναλιών υπάρχει μια μικρή υστέρηση και το μόνο πρόβλημα που μπορεί να υπάρξει είναι όταν η σύνδεση επιβαρύνετε με πολλά κατεβάσματα από το internet τότε μπορεί η IPTV να χαλάσει πράγμα που συμβαίνει σπάνια και καμιά φορά να κολλήσει σε σχέση με το router αλλά με μία επανεκκίνηση το πρόβλημα να λυθεί αμέσως.

Εν κατακλείδι ο χρήστης έχει δημιουργήσει μία εθιστική σχέση με την τεχνολογία της VDSL και μας επισημαίνει πως είναι αξιόπιστο, για αυτό η αναφορά του χρήστη κλείνει με την πρόταση :

«Πότε να προλάβεις να δεις, να διαβάσεις, να ακούσεις, όλα αυτά που κατέβασες;»

[20]



Εικόνα 9 : Χρόνος download αρχείων

4.5 Ταχύτητα και απόσταση

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα αναλύσουμε την ταχύτητα που προσφέρει η VDSL τεχνολογία και την ιδανική απόσταση που θα πρέπει να έχει. Όπως και στις άλλες ευριζωνικές τεχνολογίες έτσι και στην τεχνολογία VDSL η ταχύτητα στο τελικό χρήστη εξαρτάται από την απόσταση της σύνδεσης έως τον τοπικό βρόχο της εταιρίας που την παρέχει. Σύμφωνα με αυτή τη λογική οι μικρότερες αποστάσεις θα έχουν πιο μεγάλους ρυθμούς και οι μεγαλύτερες αποστάσεις θα έχουν χαμηλότερους ρυθμούς.

Για να λειτουργήσει μία VDSL τεχνολογία θα πρέπει το μήκος του βρόχου να είναι ιδανικά λιγότερο από 300 μέτρα και το πολύ έως 1200. Οι μέγιστες ταχύτητες που παρέχει το VDSL είναι συμμετρικά 26 Mbps και ασύμμετρα 52/12 Mbps όπου οι μέγιστες ταχύτητες επιτυγχάνονται μόνο για τις αποστάσεις έως 300 μέτρα.

Όπως έχουμε αναλύσει σε προηγούμενο κεφάλαιο οι παροχές VDSL αντικαθιστούν τις παλιές γραμμές χαλκού από τις γραμμές οπτικών ινών. Αυτό έχει ως συνέπεια ένα τμήμα της γραμμής από τον τελικό χρήστη προς τον πάροχο να είναι με οπτικές ίνες και το άλλο χαλκός. Το πρόβλημα της απόστασης από το χρήστη μέχρι τον παροχέα λύνεται με τον εξής τρόπο. Το σήμα στην μεταφράζεται από αναλογικό που βρίσκεται στο χαλκό σε ψηφιακό όταν βρίσκεται στις οπτικές ίνες και το αντίστροφο. Αυτές οι μεταφράσεις γίνονται μέσω μιας συσκευής VDSL gateway – DSLAM όπου είναι τοποθετημένη στο σημείο που συναντιούνται τα καλώδια του χαλκού με τις οπτικές ίνες. Η συσκευή αυτή επίσης μετατρέπει το σήμα VDSL που περνάει από τα καλώδια χαλκού σε παλμούς φωτός για να μπορέσει να συνεχίσει τη διαδρομή του μέσα από τις οπτικές ίνες. Με τον ίδιο τρόπο ο παροχέας στέλνει μέσα από τις οπτικές ίνες το σήμα του έως το σημείο που ο χαλκός συνδέεται με το χρήστη. Για να μην υπάρξει όμως πρόβλημα με απώλειες στην ταχύτητα θα πρέπει το μήκος του χαλκού να είναι μικρό. Έτσι και το μήκος του καλωδίου από το modem του τελικού χρήστη έως το KV (ΚΑΦΑΟ) που ο παροχέας έχει τις συσκευές VDSL gateway πρέπει να είναι το πολύ 1200 μέτρα. [21]

Αναλυτικός Πίνακας Ρυθμού Μετάδοσης σε σχέση με την Απόσταση

| TAXYTHTEΣ (Mbps) | ΑΠΟΣΤΑΣΗ (m) |
|------------------|--------------|
| 12,96 – 13,8 | 1500 |
| 25,92 – 27,6 | 1000 |
| 51,84 – 55,2 | 300 |

4.6 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της τεχνολογίας VDSL

Όπως όλες οι τεχνολογίες x DSL έτσι και στην τεχνολογία VDSL υπάρχουν κάποια πλεονεκτήματα και κάποια μειονεκτήματα. Το βασικότερο πλεονέκτημα της τεχνολογίας VDSL το έχουμε ξανά αναφέρει και σε προηγούμενο υποκεφάλαιο, είναι πως παρέχει υψηλές ταχύτητες με αποτέλεσμα να προσφέρει νέες υπηρεσίες και εφαρμογές όπου έχουν μεγάλες απαιτήσεις. Δηλαδή το πρότυπο VDSL θα προσφέρει πακέτα ολοκληρωμένων υπηρεσιών όπως ψηφιακή τηλεόραση, ψηφιακό video, ψηφιακή τηλεφωνία και μεταφορά πληροφοριών όλα αυτά με χαμηλότερο κόστος.

Όλες αυτές οι υπηρεσίες θα ελέγχονται από τον υπολογιστή γιατί η σύνδεση θα επιτρέπει ταυτόχρονη διαχείριση των πληροφοριών τους.

Όσον αφορά τα μειονεκτήματα της VDSL τεχνολογίας είναι τα εξής:

- Στην αρχή χρησιμοποιήσαν κάποια φορτισμένα πηνία για να βελτιώσουν την ποιότητα του ήχου στις τηλεφωνικές γραμμές. Τώρα όμως τα συγκεκριμένα πηνία λειτουργούν σαν φίλτρα στις υψηλές συχνότητες.
- Η VDSL τεχνολογία εξαρτάτε από το μήκος της γραμμής, αυτό έχει ως συνέπεια για να επιτύχει ρυθμούς υψηλούς, το μήκος της γραμμής θα πρέπει να είναι αρκετά μικρό. Αυτό είναι ένα σημαντικό μειονέκτημα.
- Η απόδοση της VDSL τεχνολογίας επηρεάζεται από το θόρυβο που προκαλείτε από την παρουσία των Bridged taps. (μια μέθοδος που χρησιμοποιείτε από καλωδίωση για τηλεφωνικές γραμμές. Ένα ζεύγος καλωδίων που τοποθετείτε σε διάφορες θέσεις τερματικών. Η κάθε τηλεφωνική εταιρία χρησιμοποιεί ένα τέτοιο ζευγάρι σε κάθε συνδρομητή κοντά στις τελικές θέσεις). [22] Σε αυτή την περίπτωση όταν υπάρχει βλάβη γίνεται αλλαγή ζευγαριού.
- Άλλο ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι η σημαντική μείωση του διαθέσιμου εύρους ζώνης σε μεγάλες αποστάσεις. Όταν η απόσταση φτάσει ή ξεπεράσει τα 1,6 χιλιόμετρα τότε η απόδοση του VDSL εξισώνετε με αυτή του ADSL 2+.
- Η τεχνολογία VDSL δεν αποτελεί την καταλληλότερη λύση για μη αστικές ή αραιοκατοικημένες περιοχές. Ο λόγος είναι πως οι αποστάσεις των σπιτιών των καταναλωτών μέχρι τις υποδομές των τηλεπικοινωνιακών φορέων είναι πολύ μεγάλες.
- Τέλος οι γραμμές VDSL εξυπηρετούνται μόνο από τοπικούς κατανεμητές ανά γειτονιά, οι οποίοι συνδέονται με κεντρικές εγκαταστάσεις του φορέα πρόσβασης μέσω οπτικών ινών. [23]

4.7 Διαφορές VDSL με ADSL

Η τεχνολογία VDSL είναι μία βελτιωμένη έκδοση της τεχνολογίας ADSL που όπως έχουμε προαναφέρει είναι τεχνολογίες σύνδεσης στο internet. Είναι δύο διαφορετικές τεχνολογίες στον τρόπο εφαρμογής τους γιατί δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον εξοπλισμό της μίας για την άλλη. Η σημαντικότερη διαφορά των δύο τεχνολογιών είναι η ταχύτητα. Η τεχνολογία ADSL μπορεί να φτάσει τη μέγιστη ταχύτητα των 24 Mbps download και 1 Mbps για upload ενώ η VDSL τεχνολογία μπορεί να φτάσει τη μέγιστη ταχύτητα των 52 Mbps για download και 16 Mbps για upload.

Η τεχνολογία VDSL προσφέρει υψηλές ταχύτητες και έτσι είναι μία καλή τεχνολογία για την υποδοχή εφαρμογών υψηλού εύρους ζώνης όπως VoIP τηλεφωνίας και HDTV μετάδοσης όπου η τεχνολογία ADSL δεν έχει την ικανότητα να τα προσφέρει.

Άλλο ένα χαρακτηριστικό που προσφέρει η τεχνολογία VDSL είναι πως χρησιμοποιεί 7 διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων για να διαβιβάσει τα δεδομένα. Έτσι με τον τρόπο αυτό ο χρήστης έχει τη δυνατότητα προσαρμόζετε στην κάθε ζώνη συχνοτήτων που θα πρέπει να χρησιμοποιεί για τη λήψη ή την αποστολή. Δηλαδή είναι ένα είδος ευελιξίας σε περίπτωση που χρειαστεί να φιλοξενήσει ορισμένα αρχεία που πρέπει να κατεβάσει από

πολλούς χρήστες. Η τεχνολογία ADSL δεν επιτρέπει αυτό το είδος χαρακτηριστικού. Ακόμη μία σημαντική διαφορά που λειτουργεί σαν μειονέκτημα για τη VDSL τεχνολογία είναι η απόσταση από το τηλεφωνικό κέντρο. Όσο απομακρύνεται η τεχνολογία VDSL από το κέντρο υποφέρει από την εξασθένιση του σήματος περισσότερο από την ADSL τεχνολογία. Για το λόγο αυτό η ADSL τεχνολογία χρησιμοποιείται πιο πολύ σε χρήστες που δεν ζουν κοντά στο τηλεφωνικό κέντρο της εταιρίας π.χ. ΟΤΕ ή άλλων παρόχων. Οι περισσότεροι χρήστες της VDSL τεχνολογίας είναι εταιρείες που χρειάζονται ένα πολύ γρήγορο server.

Τέλος λόγω των περιορισμών της VDSL τεχνολογίας και της υψηλής τιμής δεν είναι τόσο παραγωγική όσο η ADSL τεχνολογία. Η VDSL δεν είναι τόσο πολύ διαδεδομένη στις περισσότερες χώρες, πιο πολύ τη χρησιμοποιούν η Νότια Κορέα και η Ιαπωνία ενώ στις άλλες χώρες χρησιμοποιείται από λίγες εταιρείες. Η ADSL τεχνολογία χρησιμοποιείται ευρέως από τις περισσότερες χώρες που προσφέρουν ταχύτητες σύνδεσης στο internet. [24]

4.8 Το VDSL στην Ελλάδα και στις άλλες χώρες

Το ενδιαφέρον του ελληνικού καταναλωτικού κοινού φαίνεται να στρέφεται ολοένα και περισσότερο προς αυτόν τον τύπο συνδέσεων, της VDSL τεχνολογίας, μετά τη διάδοση της ADSL τεχνολογίας τα περασμένα χρόνια. Οι περιοχές που μπορούν να καλύψουν την τεχνολογία αυτή είναι συγκεκριμένες αλλά με το πέρασμα των χρόνων και οι υπόλοιπες περιοχές θα αρχίσουν να αναβαθμίζουν τις ταχύτητές τους. [25]

Πέρα από το δίκτυο του ΟΤΕ όπου παρέχει την τεχνολογία VDSL υπάρχουν και άλλες εταιρείες στην Ελλάδα όπου παρέχουν την τεχνολογία αυτή. Αυτή τη στιγμή VDSL internet στην Ελλάδα προσφέρουν οι εταιρείες CYTA VDSL, WIND VDSL, Forthnet VDSL και Hellas Online VDSL. [26]

Έτσι και στις άλλες χώρες το δίκτυο του VDSL είναι διαδεδομένο μέσω διαφόρων εταιριών. Εκτός από την Νότια Κορέα και τη Ιαπωνία που το VDSL αποτελεί βασική τεχνολογία θα δούμε και μερικά παραδείγματα άλλων χωρών όπου το VDSL είναι μία καινούρια ανάπτυξη στην τεχνολογία.

Στη Γερμανία η VDSL τεχνολογία προσφέρεται μέσω της Deutsche Telecom όπου είναι διαθέσιμη σε πάνω από 50 πόλεις. Στην Αυστρία η Telecom Austria παρέχει VDSL 2 με το όνομα Giga SPEED. Στο Βέλγιο μέσω του Belgacom, VDSL προσφέρει μόνο στο 6% της χώρας και περιορίζεται σε 9 M bit/sec. Στη Χιλή από το Movistar A.E. όπου είναι η πρώτη εταιρεία που προσφέρει VDSL σε ορισμένες περιοχές της Χιλής με συμμετρικές ταχύτητες των 15,5 M bit/sec και ασύμμετρες των 40/15 M bit/sec. Στη Νότια Κορέα μέσω του Korea Telecom και άλλων παρόχων προσφέρουν VDSL και τα συστήματα σύνδεσης κυμαίνονται από 4 M bit/sec και 100 M bit/sec. Στη Σλοβενία το VDSL εμφανίστηκε το 2005 από το T.2. net Διαδίκτυο και προσφέρεται σε πάνω από 120 πόλεις σε όλη τη χώρα. Στην Ισπανία η Telefónica χρησιμοποιεί την τεχνολογία VDSL, την υπηρεσία της τηλεόρασης Movistar TV και κλήσεις δίδυμο στο διαδίκτυο έως 30 Mbps/1Mbps. Μέσω της εταιρείας Jazztel φτάνει έως 30 M bit και 3,5 M bit και μέσω της Vodafone χρησιμοποιεί την τεχνολογία VDSL όπου διαθέτει ταχύτητα 35 M bit/ 3.5 M bit (down/up) αλλά ο χρήστης δεν περιορίζει την ταχύτητα της τεχνολογίας αυτής από το κέντρο και οι συνθήκες γραμμής επιτρέπουν έως 50 M bit/5 M bit. Στις Ηνωμένες Πολιτείες η AT & T προσφέρει μέσω του VDSL πρόσβαση στο internet και τηλεοπτικές υπηρεσίες σε 25 πόλεις. Η AT & T βασίζεται σε FTTN, FTTH τεχνολογίες. Ακόμη από την Qwest παρέχει υπηρεσίες τηλεόρασης και διαδικτύου μέσω του VDSL και τέλος η Verizon προσφέρει υπηρεσίες FiOS σε κάποιες μητροπολιτικές περιοχές και βασίζεται σε FTTH και φτάνει ταχύτητα έως 150 M bit/sec. Η Γαλλία από την Erenis προσφέρει VDSL στο Παρίσι και το εύρος ζώνης είναι 60 M bit/sec download και 6 M bit/sec upload. Στη Φιλανδία συγκεκριμένα στο Ελσίνκι 24 εταιρείες παρέχουν VDSL τεχνολογία.

Αξίζει να αναφέρουμε πως σε μερικά πανεπιστήμια προσφέρουν VDSL για τους μαθητές τους. Στο Ισραήλ το 2009 ξεκίνησαν να παρέχουν την τεχνολογία VDSL μέσω της εταιρείας Bezeq και η μέγιστη ταχύτητα λήψης είναι πάνω από 100 M bit/sec. Στην Ιαπωνία η NTT προσφέρει VDSL και οι ονομασίες προϊόντων είναι, B – Flets TEPCO, KDDI, KDDI, και η Soft Bank και η τεχνολογία πρόσβασης που χρησιμοποιούν είναι η FTT x. Στην Ολλανδία το 2005 άρχισαν να προσφέρουν τη VDSL τεχνολογία μέσω KPN και σήμερα προσφέρονται από τη VDSL 2 έως 30 M bit/sec συμμετρική. Στην Ελβετία η εταιρεία Swisscom εισήγαγε την υπηρεσία IPTV μέσω της σύνδεσης DSL με 2.5 M bit/sec upload. Τέλος και στην Ουρουγουάη ο Movistar προσφέρει VDSL internet και WAN εφαρμογές και η τεχνολογία πρόσβασης που χρησιμοποιεί είναι FTTC. [27]

4.9 Η Εξέλιξη της τεχνολογίας VDSL 2 και τα χαρακτηριστικά της

Η τεχνολογία VDSL 2 αποτελεί το πιο σύγχρονο πρότυπο DSL και οι ρυθμοί μετάδοσης των δεδομένων που υποστηρίζει φτάνουν έως 200 Mbit/s. Η τεχνολογία VDSL 2 λειτουργεί από τα δίκτυα πρόσβασης FTTC και FTTB. Η λειτουργία του VDSL 2 διαθέτει μία οπτική ίνα μέσω του FTTC η οποία διασύνδεει το αστικό κέντρο με mini DSLAMs τεχνολογίας σε υπαίθριες καμπίνες. Από τις υπαίθριες καμπίνες συνδέονται και οι χρήστες μέσω του δικτύου χαλκού.

Από το FTTB δίκτυο η συνδεσμολογία αλλάζει λίγο. Το mini DSLAM βρίσκεται στο χώρο της πολυκατοικίας και ο χρήστης συνδέεται μέσω της χάλκινης καλωδίωσης που υπάρχει μέσα στο κτίριο.

Η τεχνολογία VDSL 2 (ITU G.993.2) όπως προαναφέραμε είναι η πιο σύγχρονη τεχνολογία DSL και υποστηρίζει πολύ μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης από ότι η τεχνολογία ADSL 2+. Υπάρχει μία βασική διαφορά στις δύο αυτές τεχνολογίες, ότι η VDSL 2 χρησιμοποιεί πολύ μεγαλύτερο εύρος ζώνης συχνοτήτων. Στην ADSL 2+ το εύρος ζώνης είναι 2.2 MHz ενώ στη VDSL 2 φτάνει στα 30 MHz, 15 φορές μεγαλύτερο. Η VDSL 2 παρέχει μεγαλύτερες δυνατότητες παραμετροποίησης και βελτιστοποίησης των υπηρεσιών.

Ειδικότερα στην τεχνολογία VDSL 2 υπάρχουν πολύ τρόποι κατανομής του διαθέσιμου φάσματος, και με αυτό τον τρόπο μπορούν να ικανοποιηθούν εμπορικές ή δικτυακές απαιτήσεις. Αξίζει να αναφέρουμε πως για τις υλοποιήσεις της τεχνολογίας VDSL 2 σε διαφορετικές χώρες υπάρχουν διάφορα παραρτήματα (Annexes). Η Annex A αφορά την Αμερική και προσδιορίζει τα πλάνα κατανομής φάσματος. Η Annex B αφορά την Ευρώπη και η Annex C αφορά την Ιαπωνία. Για τις άλλες χώρες υπάρχουν και άλλα επιπρόσθετα πλάνα. Για την Ευρώπη τα πλάνα αυτά κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το εύρος ζώνης που τα χαρακτηρίζει. Υπάρχουν δύο τύποι κατανομής είτε για συμμετρικές είτε για ασύμμετρες. Το εύρος συχνοτήτων χωρίζεται από 25 έως 138 KHz πρώτο πλάνο, από 25 έως 276 KHz δεύτερο πλάνο και από 138 έως 276 KHz τρίτο πλάνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μεγιστοποίηση της εμβέλειας των υλοποιήσεων της τεχνολογίας VDSL 2 ή χρησιμοποιείται για τη μείωση παρασιτικών παρεμβολών.

Τέλος υπάρχουν οκτώ προφίλ λειτουργίας για την τεχνολογία VDSL 2 όπου διαφοροποιούνται ανάλογα με το εύρος ζώνης συχνοτήτων και την εκπεμπόμενη ισχύ

του ανερχόμενου και του κατερχόμενου σήματος. Για παράδειγμα χρησιμοποιείται κάποιο προφίλ για την παροχή υπηρεσίας για την VDSL 2 από αστικό κέντρο λόγω μικρότερου εύρους συχνοτήτων και με μεγαλύτερη ισχύ. Όπως ακόμη χρησιμοποιείτε άλλο προφίλ για μεγαλύτερο εύρος συχνοτήτων και μικρότερη ισχύ και άλλα προφίλ για τα δίκτυα FTTC σε υπαίθρια καμπίνα και άλλα προφίλ για FTTB. [11]

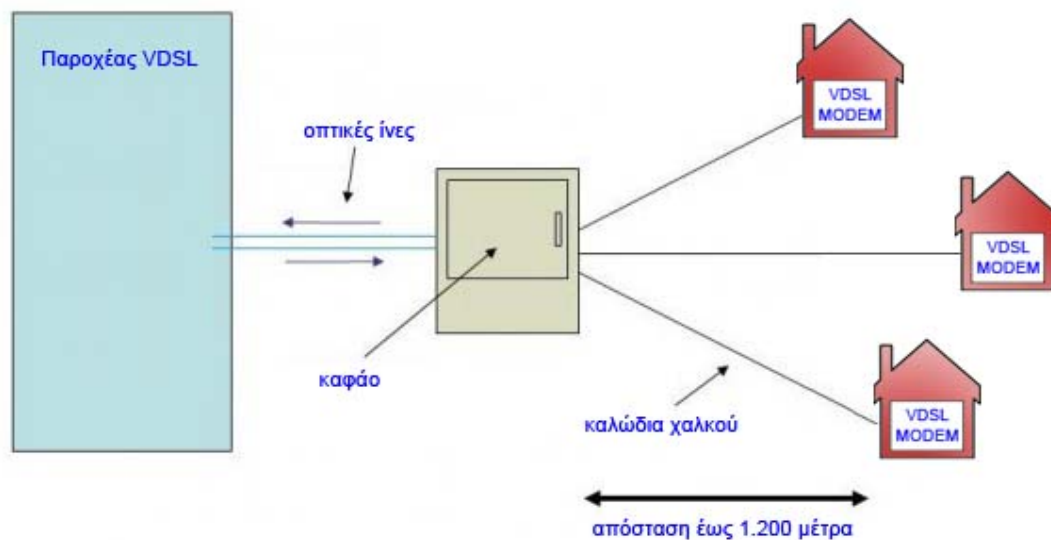
4.10 Αξιολόγηση της τεχνολογίας VDSL 2

Η VDSL 2 τεχνολογία είναι σχεδιασμένη για Triple Play υπηρεσίες. Περιλαμβάνει δηλαδή φωνή, video, δεδομένα, υψηλής ευκρίνειας τηλεόραση (HDTV) και παιχνίδια. Είναι παρόμοια τεχνολογία με τη VDSL αλλά είναι η πιο αναβαθμισμένη τεχνολογία της υπάρχουσας x DSL υποδομής. Επιτρέπει τη μετάδοση συμμετρικών και ασύμμετρων ρυθμών (Full Duplex) έως και 200 M bit/s και χρησιμοποιεί πολύ μεγάλες συχνότητες. Λειτουργεί σε συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων και αποτελεί το πιο βελτιωμένο πρότυπο G.993.2.

Τέλος θα αναφέρουμε την απόσταση της τεχνολογίας VDSL 2. Το θεωρητικό maximum φτάνει στα “200 M bit/s” και στα 100 M bit/s για απόσταση 0,5 km από το DSLAM. Για 50 M bit χρειάζεται απόσταση 1 km και όσο αυξάνει η απόσταση η μείωση είναι σημαντικά αισθητή και συνεχίζει να υπερισχύει του VDSL. Όμως αν περάσει τα 1,6 km από το DSLAM τότε η τεχνολογία VDSL 2 είναι ισότιμη με την τεχνολογία ADSL 2+. [17]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Δομή VDSL



Εικόνα 10 : Δίκτυο VDSL

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε πως συνδέεται το δίκτυο για τη VDSL τεχνολογία. Σε προηγούμενα κεφάλαια έχουμε κάνει ανάλυση για τις οπτικές ίνες και τα καλώδια χαλκού. Για να καταλάβουμε καλύτερα το δίκτυο της VDSL τεχνολογίας θα πρέπει να γνωρίζουμε κάποια πράγματα και για τις τεχνολογίες δικτύου πρόσβασης FTT x, για το ΚΑΦΑΟ KV, για το box, για το DSLAM και για τον εξοπλισμό του VDSL όπως VDSL modem.

5.2 Τεχνολογίες δικτύου πρόσβασης FTT x

Οι τεχνολογίες FTT x είναι δικτυακές τεχνολογίες και η παράμετρος x υπονοεί το βαθμό διείσδυσης της οπτικής ίνας στο δίκτυο. Οι τεχνολογίες αυτές χωρίζονται σε :

- ✓ Fibre To The Cabinet or Curb
(FFTC – ίνα μέχρι μία υπαίθρια καμπίνα.)
- ✓ Fibre To The Building
(FTTB – ίνα μέχρι την εισαγωγή του κτιρίου)
- ✓ Fibre To The Home

✓ (FTTH – ίνα μέχρι το διαμέρισμα του συνδρομητή)

Υπάρχουν και διάφορες παραλλαγές των τεχνολογιών αυτών όπως η FTTN – ίνα μέχρι τη γειτονιά, FTTO – ίνα μέχρι το γραφείο, FTTP – ίνα μέχρι το χώρο του συνδρομητή, FTU – ίνα μέχρι το χρήστη και FTTD – ίνα μέχρι τη θέση εργασίας. Παρακάτω θα γίνει ανάλυση για τις τρεις κύριες τεχνολογίες του δικτύου πρόσβασης τις FTTC, FTTB και FTTH. [11]

5.2.1 Τεχνολογία Δικτύου Πρόσβασης FTTC

Όπως αναφέραμε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο FTTC σημαίνει ίνα «ίνα μέχρι την καμπίνα», δηλαδή η οπτική ίνα χρησιμοποιείται μέχρι μία υπαίθρια καμπίνα το KV όπου είναι τοποθετημένη στο πεζοδρόμιο και έχει χώρο για εξυπηρέτηση συνδρομητών από 50 έως 500 μέσω του απερχόμενου δικτύου χαλκού.

Για την ανάπτυξη ενός δικτύου FTTC απαιτείται η εγκατάσταση υπαίθριου καταναμητή για την εγκατάσταση ενεργού εξοπλισμού.[11]

Η FTTC τεχνολογία είναι παρόμοια με την FTTN όπου είναι μία αρχιτεκτονική δικτύου τηλεπικοινωνιών που βασίζεται σε καλώδια οπτικών ινών και εξυπηρετούν μία γειτονιά.

Η FTTC παρέχει ευρυζωνικές υπηρεσίες και γρήγορο internet. Στο καλώδιο χρησιμοποιούνται κάποια πρωτόκολλα επικοινωνίας ή κάποια μορφή DSL τεχνολογίας και ανάλογα με το πόσο κοντά είναι ο πελάτης στον υπαίθριο καταναμητή τα πρωτόκολλα δεδομένων ποικίλουν. Τέλος η FTTC τεχνολογία κοστίζει λιγότερο για την ανάπτυξή της. [28]

5.2.2 Τεχνολογία Δικτύου Πρόσβασης FTTB

Η τεχνολογία FTTB δηλαδή «ίνα μέχρι το κτίριο», είναι ένα μεταβατικό στάδιο στη διαδικασία της εξέλιξης σε ένα ολοκληρωμένο οπτικό δίκτυο πρόσβασης. Η τεχνολογία FTTB σημαίνει η οπτική ίνα που φτάνει μέχρι το κτίριο, δηλαδή σε ένα συγκρότημα διαμερισμάτων και όχι σε κάθε σπίτι ξεχωριστά.

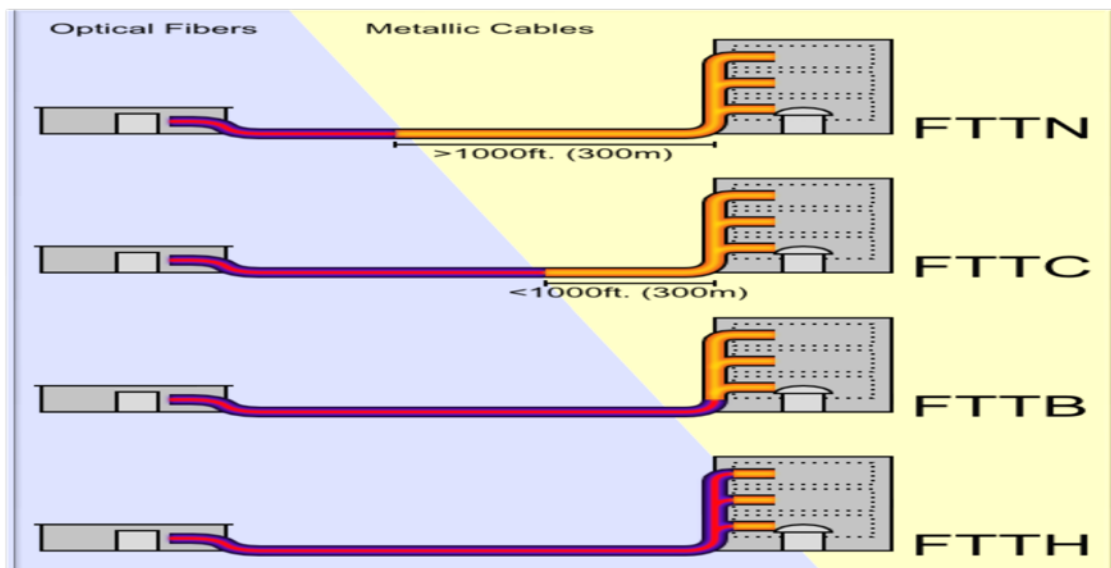
Για να υλοποιηθεί μία τεχνολογία FTTB πρέπει κάθε κτίριο να συνδέεται μέσω καλωδίου οπτικών ινών στο αστικό κέντρο. Σε κάθε κτίριο χρησιμοποιούνται σημείο-σημειακές και πολύ-σημειακές τοπολογίες όπου έχουν δύο ή τρία ζεύγη ινών. Οι οπτικές ίνες που εισέρχονται στο κτίριο τερματίζουν σε ένα μικρό καταναμητή (B – ODF) κοντά στο κουτί τερματισμού του χάλκινου συμβατικού δικτύου δηλαδή κοντά στον εσωτερικό χώρο του σπιτιού στο καλώδιο *εσκαλίτ*.

Τέλος από άποψη κόστους η τεχνολογία FTTB έχει μεγαλύτερο σε σύγκριση με την FTTC. Υπάρχει μικρότερη χωρητικότητα του εξοπλισμού για την FTTB σε θύρες και έτσι αυξάνεται το κόστος ανά θύρα. Επίσης η παροχή υπηρεσιών DSL και η συντήρηση του εξοπλισμού γίνονται μέσα στο κτίριο και έτσι επιβαρύνεται το κόστος με μετακινήσεις του τεχνικού προσωπικού. [11]

5.2.3 Τεχνολογία Δικτύου Πρόσβασης FTTH

Η τεχνολογία FTTH « ίνα μέχρι το σπίτι » είναι ο τελευταίος σταθμός στην εξελικτική διαδικασία των τεχνολογιών στο δίκτυο πρόσβασης. Η υλοποίηση της τεχνολογίας FTTH γίνεται σε κάθε διαμέρισμα ξεχωριστά εντός του κτιρίου και συνδέεται μέσω ενός ζεύγους οπτικών ινών. Και σε αυτή την τεχνολογία χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση τοπολογίες σημείο-σημειακές και πολύ-σημειακές. Στο εσωτερικό του κτιρίου τερματίζει ένα οπτικό καλώδιο και αποτελεί το σημείο όπου ενώνει το εσωτερικό και το εξωτερικό δίκτυο. Ο ενεργός εξοπλισμός μιας τεχνολογίας FTTH είναι ένα οπτικό modem όπου παρέχει όλες τις διαθέσιμες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες.

Τέλος το κόστος είναι κυρίως δικτυακό ενώ το κόστος του ενεργού εξοπλισμού το οπτικό modem δηλαδή επιβαρύνεται από το συνδρομητή. Για αυτό σε σχέση με την τεχνολογία FTTC και FTTB το κόστος θεωρείται ελάχιστο για το λόγο ότι ο ενεργός εξοπλισμός δεν συντηρείται από την τηλεπικοινωνιακή εταιρεία. [11]



Εικόνα 11 : Τεχνολογίες Δικτύου Πρόσβασης FTT x

5.3 Ανάλυση DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer)

Τι είναι το DSLAM; Για να γίνει μία σύνδεση στο internet θα πρέπει η τηλεφωνική γραμμή η οποία ξεκινάει από το σπίτι μας να καταλήγει σε μία συσκευή του δικτύου που ονομάζεται DSLAM. Αυτή η συσκευή πρέπει να συγκεντρώνει δεδομένα από πολλούς συνδρομητές και να τα συνδυάζει με τη διαδικασία της πολυπλεξίας σε ένα περίπλοκο σήμα. Αφού δημιουργηθεί το σήμα αυτό μεταφέρεται μέσω του πρωτοκόλλου PPP over ATM ή PPP ο Ε στο δίκτυο και έτσι έχουμε πρόσβαση στο internet.

Το DSLAM στέλνει τα κατάλληλα δεδομένα στον κατάλληλο συνδρομητή. Αποτελείται από πολλαπλά κυκλώματα modem όπου αναφέρονται ως ports (πόρτες). Για κάθε συνδρομητή υπάρχει ένα μοναδικό port για να συνδεθεί σε αυτό. Στο DSLAM υπάρχουν πολλαπλές κάρτες όπου έχουν 24 ports για να μπορούν να καλύψουν διάφορες περιοχές. Για παράδειγμα υπάρχουν DSLAM όπου μπορούν να καλύψουν 2.500 συνδρομητές. Πριν δημιουργηθούν τόσα πολλά ports στο DSLAM δεν υπήρχε η δυνατότητα πρόσβασης για νέους συνδρομητές, αυτό συμβαίνει καμιά φορά ακόμη σε κάποιο DSLAM όπου εξυπηρετεί κάποια χωριά. Δεν υπάρχει δηλαδή ελεύθερη πόρτα για να γίνει η νέα σύνδεση στο internet.

Όταν θα υπάρξει η πόρτα στο DSLAM για να μπορέσουμε να συνδεθούμε στο internet τότε η διαδικασία είναι πολύ απλή. Απλά συνδέουμε και ανάβουμε το router/modem και αυτό με τη σειρά του συνδέεται με το port του DSLAM που του αντιστοιχεί. Μέσω αυτής της διαδικασίας γίνεται συγχρονισμός του router/modem με το modem του DSLAM και έτσι η σύνδεση γίνεται με επιτυχία.

Όσο όμως η απόσταση μεγαλώνει από το σπίτι μας και το DSLAM το εύρος ζώνης συχνοτήτων ελαχιστοποιείται και στη συνέχεια είναι χαμηλότερη η μέγιστη ταχύτητα του συγχρονισμού.

Για παράδειγμα θα εξετάσουμε τη μέγιστη ταχύτητα του ADSL 2+ με βάση το μήκος του καλωδίου του DSLAM μέχρι το σπίτι μας.

Πίνακας Μέγιστης Ταχύτητας ανά Απόσταση

| Μέτρα, χλμ | Ταχύτητα |
|------------|----------|
| 300 m | 25 Mbps |
| 600 m | 24 Mbps |
| 900 m | 23 Mbps |
| 1,2 km | 22 Mbps |
| 1,5 km | 21 Mbps |
| 1,8 km | 19 Mbps |
| 2,0 km | 18 Mbps |
| 2,1 km | 16 Mbps |
| 3,0 km | 8 Mbps |
| 3,5 km | 6 Mbps |
| 4,0 km | 4 Mbps |

| | |
|--------|----------|
| 4,5 km | 1,5 Mbps |
| 5,2 km | 800 kbps |
| | |
| | |

Σύμφωνα και με άλλους παράγοντες εκτός της απόστασης η πραγματική ταχύτητα μπορεί να μειωθεί. Για το λόγο αυτό ελέγχουμε την κατάλληλη σύνδεση στο internet που πρόκειται να επιλέξουμε. [29]

5.4 Ανάλυση Υπαίθριου Κατανεμητή KV

Το ΚΑΦΑΟ αποτελεί άλλο ένα μέρος του τηλεπικοινωνιακού δικτύου. Πρόκειται για το κουτί του ΟΤΕ όπου όλοι έχουμε δει έξω στο δρόμο. Η λέξη ΚΑΦΑΟ προέρχεται από το Γερμανικό αρκτικόλεξο KV από τη λέξη Kabelverzweiger που σημαίνει καλώδιο κατανεμητής ή Υπαίθριος κατανεμητής.



Εικόνα 12 : Υπαίθριος Κατανεμητής

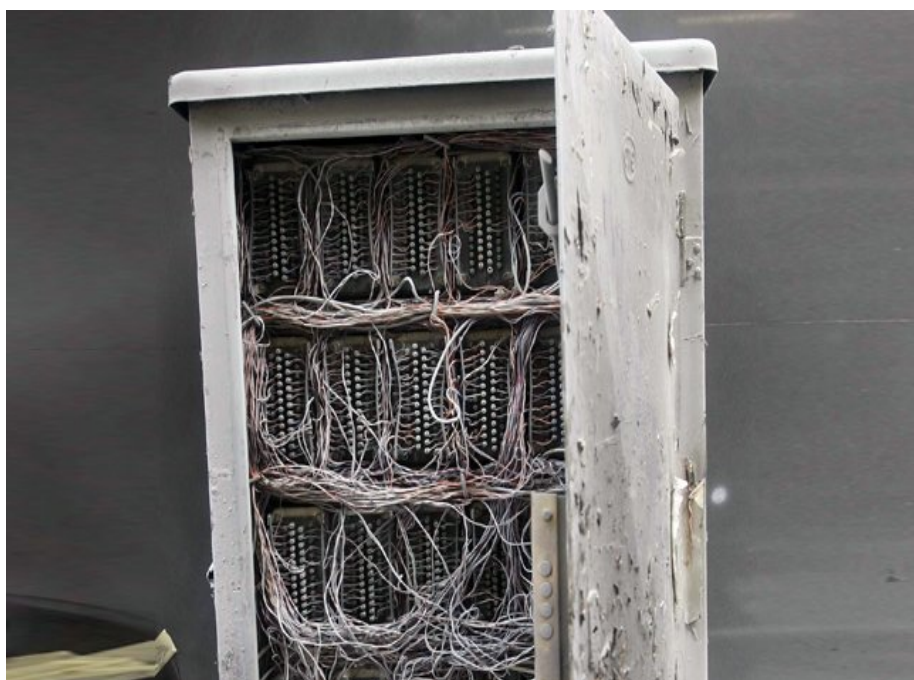
Στα αγγλικά το αποκαλούν "Green Box" γιατί είναι βαμμένο πράσινο.



Εικόνα 13 : "Green Box"

Τι είναι όμως το ΚΑΦΑΟ; Όπως έχουμε πει στις τηλεπικοινωνίες υπάρχει ένα καλώδιο όπου ξεκινάει από το σπίτι μας και φτάνει στο τηλεφωνικό κέντρο και στο DSLAM. Το καλώδιο αυτό όμως δεν φτάνει απευθείας εκεί για το λόγο ότι θα είχε δημιουργηθεί ένα χάος αν κάθε καλώδιο από κάθε σπίτι κατέληγε κατευθείαν στο κέντρο. Με το ΚΑΦΑΟ συγκεντρώνονται σε ένα σημείο τα τηλεφωνικά καλώδια των κατοικιών ανά μικρή περιοχή.

Τα καλώδια αυτά είναι τα F2 Καλώδια Δευτερεύουσας Διανομής (Secondary Distribution Cable). Όταν φτάνουν στο ΚΑΦΑΟ συνδέονται με τα καλώδια F1 Καλώδια Κύριας Τροφοδότησης (Main Feeder Cable) όπου τα συγκεκριμένα καλώδια συνεχίζουν υπόγεια και συνδέουν το ΚΑΦΑΟ με το τηλεφωνικό κέντρο.



Εικόνα 14 : Το KV εσωτερικά

Στην ουσία γίνεται ένας διαχωρισμός μεταξύ Τηλεφωνικού Κέντρου – ΚΑΦΑΟ – Σπίτι.

Αξίζει να αναφέρουμε πως αντί για καλώδια F1 χρησιμοποιούνται και καλώδια οπτικών ινών (FTTE, FTTC) για να υπάρχουν υψηλότερες ταχύτητες πρόσβασης στο internet όπως στη VDSL τεχνολογία. Το κάθε σπίτι απέχει το πολύ 300 μέτρα από το ΚΑΦΑΟ και αν υπάρχει από το ΚΑΦΑΟ ως το τηλεφωνικό κέντρο οπτική ίνα τότε μπορούμε να έχουμε ταχύτητες 50 Mbps του VDSL.

Αφού είδαμε πως λειτουργεί το ΚΑΦΑΟ θα αναφερθούμε και στην ασφάλεια της τηλεφωνικής μας σύνδεσης. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου με τον κατάλληλο εξοπλισμό και τις κατάλληλες γνώσεις κάποιος να μπορέσει να ανοίξει το ΚΑΦΑΟ και να συνδεθεί με μία συγκεκριμένη γραμμή, να ακούσει ή να μαγνητοφωνήσει συνομιλίες και να καλέσει κάποιο νούμερο από τον αριθμό κάποιου άλλου. Πρέπει να αναφέρουμε ότι κάθε φορά που παραβιάζεται ένα ΚΑΦΑΟ χτυπάει συναγερμός στο κέντρο των τηλεπικοινωνιών. [30]

5.5 Ανάλυση box.

Το κουτί ή box του ΟΤΕ είναι μεταλλικό ή πλαστικό και βρίσκεται είτε πάνω σε κολώνα του ΟΤΕ είτε στον τοίχο ενός σπιτιού. Τα ποιο καινούρια βρίσκονται στις πολυκατοικίες μέσα στο ντουλαπάκι στο υπόγειο ή στο ισόγειο. Το box είναι ένας μικρός καταναμητής για την πολυκατοικία. Μπορεί από ένα συγκεκριμένο box να παίρνει δίκτυο και η διπλανή πολυκατοικία.

Όπως προαναφέραμε είναι πλαστικό ή μεταλλικό. Στο μεταλλικό box στο πίσω μέρος από τις βίδες έρχονται τα καλώδια του ΟΤΕ. Από το μπροστινό μέρος του box φεύγουν τα καλώδια που ενώνονται με τα καλώδια του σπιτιού. Με αυτό τον τρόπο δίνετε στο σπίτι η υπηρεσία της τηλεφωνικής γραμμής.

Στο πλαστικό box αποτελείτε από ρεγκλέτες KRONE. Στη μία πλευρά υπάρχουν τα καλώδια του ΟΤΕ που έρχονται από το ΚΑΦΑΟ και στην άλλη πλευρά υπάρχουν τα καλώδια που συνεχίζουν προς το σπίτι.

Σε κάθε πλαστικό ή μεταλλικό box υπάρχουν νούμερα. Από το ΚΑΦΑΟ έρχεται υπογείως ένα μαύρο καλώδιο και ενώνετε με το box. Το καλώδιο αυτό βρίσκετε μέσα σε ένα σιδερένιο σωλήνα για να προστατεύεται.

Δίπλα από το box υπάρχουν και τα καλώδια που βγαίνουν από μία χωνευτή. Αυτά τα καλώδια ενώνονται με τα καλώδια στο box. Αξίζει να αναφέρουμε πως αν τα καλώδια δεν είναι καλά μονωμένα τότε δημιουργούνται προβλήματα όπως θόρυβος στην τηλεφωνία, αποσυνδέσεις και χαμηλό συγχρονισμό.

Τα νούμερα που αναφέραμε παραπάνω συμβολίζουν το νούμερο του ΚΑΦΑΟ δηλαδή σε ποιο ΚΑΦΑΟ καταλήγει το καλώδιο. Το δεύτερο νούμερο είναι της μορφής π.χ. 11 ή της μορφής 10 – 12. Αυτό σημαίνει το νούμερο της ρεγκλέτας του box. Μπορεί να υπάρχουν και δύο ρεγκλέτες μέσα στο box. Για να γίνει η σύνδεση μέσα στο box χρησιμοποιούνται δύο καλώδια όπου ενώνετε η μια με την άλλη πλευρά της ρεγκλέτας. Τα καλώδια αυτά λέγονται ραζίμ ή ραζίμι και είναι χρώματος πορτοκαλί ή γκρι.

Τέλος αφού έχουν συνδεθεί και τα καλώδια στο box αυτό που μένει είναι η σύνδεση της γραμμής του τηλεφώνου μέσα στο σπίτι. [31]



Εικόνα 15 : Πλαστικό box



Εικόνα 16 : Μεταλλικό box

5.6 Εξοπλισμός VDSL

Ο εξοπλισμός του VDSL αποτελείται από το :

- ✓ VDSL modem που συνδέει τον υπολογιστή στη γραμμή VDSL
- ✓ Μια πρίζα διπλής υποδοχής χωρίς παράλληλες υποδοχές και χωρίς πυκνωτή (στην αριστερή υποδοχή της διπλής πρίζας συνδέεται η γραμμή που φέρει το τηλεφωνικό σήμα και στη δεξιά υποδοχή της πρίζας έχουν συνδεθεί όλες οι υπόλοιπες εσωτερικές γραμμές).
- ✓ VDSL splitter όπου συνδέει τη πρίζα με το modem
- ✓ DUAL RJ – 11 όπου συνδέει το splitter με τη συσκευή τηλεφώνου και το splitter με την κεντρική πρίζα. [32]

Αναλυτική εικόνα της συνδεσμολογίας υπάρχει στο τέλος του έκτου κεφαλαίου. Εικόνα 24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Στην παρακάτω παρουσίαση που έγινε με τη βοήθεια του τεχνικού πεδίου ΟΤΕ Άρτας Μέγα Δημήτριο θα δούμε αναλυτικά μια νέα σύνδεση VDSL over PSTN 50 Mbps απόστασης 500 m από το κέντρο.

Παρουσίαση νέας σύνδεσης VDSL over PSTN

Έρχεται ο τεχνικός πεδίου στο χώρο του πελάτη και συνδέει τη γεννήτρια σήματος (εικόνα 17)



Εικόνα 17 : Γεννήτρια Σήματος



Εικόνα 18 : Πρίζα Τηλεφώνου

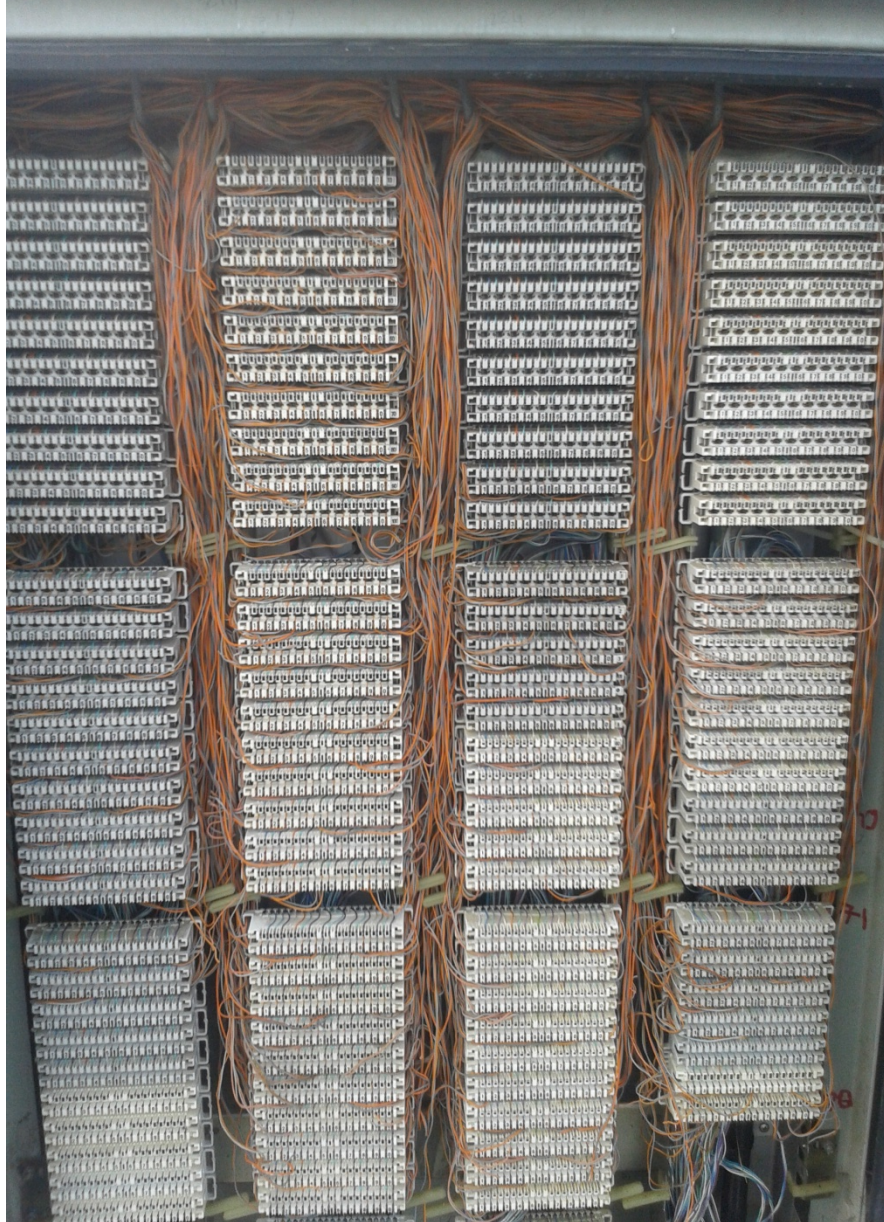
στην πρίζα τηλεφώνου (εικόνα 18) για την εύρεση της ατομικής γραμμής στο κεντρικό καταναμητή της πολυκατοικίας.

Έπειτα ο τεχνικός πεδίου πάει στο γενικό κατανομητή της πολυκατοικίας (εικόνα 19) και με τη βοήθεια της γεννήτριας σήματος που έχει τοποθετήσει στην πρίζα του πελάτη βρίσκει τη γραμμή.



Εικόνα 19 : Γενικός Κατανομητής Πολυκατοικίας

Αφού τελειώσει με τη διαδικασία αυτή ο τεχνικός πεδίου πηγαίνει στο KV (εικόνα 20) και συνδέει το απερχόμενο δίκτυο με το κεντρικό. (απερχόμενο δίκτυο είναι τα box που φεύγουν από όλα τα σπίτια και καταλήγουν στο KV και το κεντρικό δίκτυο είναι το καλώδιο που φεύγει από το KV και καταλήγει στον ΟΤΕ στο γενικό καταναμητή, στις όριο λωρίδες του δικτύου) .



Εικόνα 20 : Υπαίθριος Καταναμητής Άρτας

Στη συνέχεια ο τεχνικός που βρίσκεται στον γενικό καταναμητή συνδέει το ζευγάρι που του έχει υποδείξει ο τεχνικός πεδίου (εικόνα 21)



Εικόνα 21 : Όριο λωρίδες Δικτύου

με το συγκεκριμένο όριο που έχει εντολή στο DSLAM για το VDSL (εικόνα 22)



Εικόνα 22 : DSLAM

Και ένα καλώδιο συνδέεται από το Li 3 (εικόνα 23) το οποίο είναι το σήμα πόλεως με το ίδιο όριο στο DSLAM.

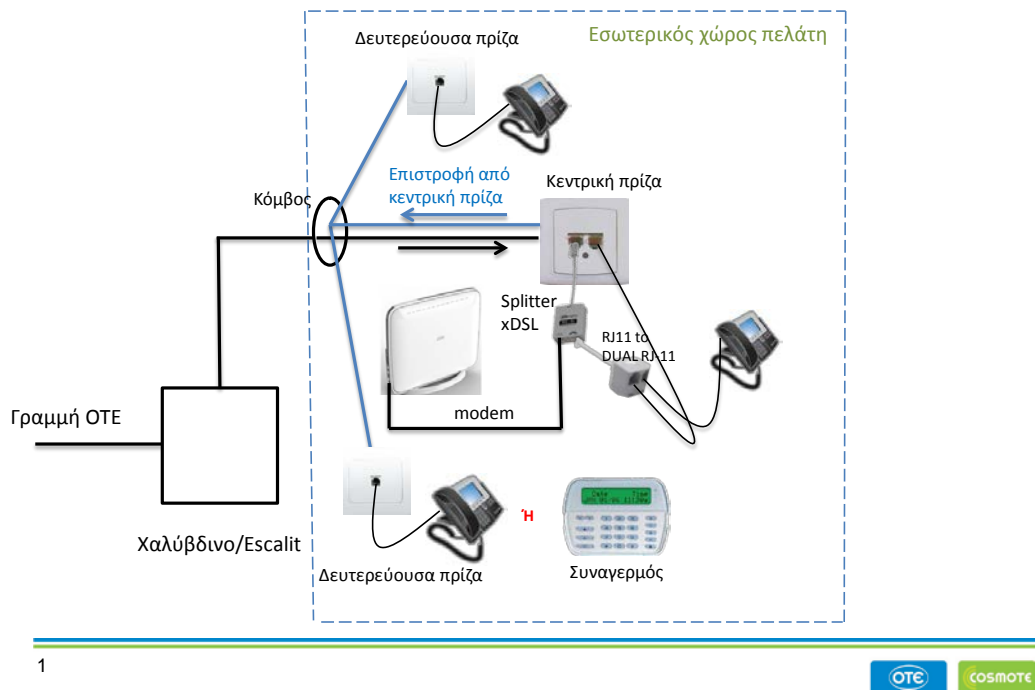


Εικόνα 23 : Li 3

Το σήμα κέντρου και το VDSL έχει φτάσει στο χώρο του πελάτη.

Ο τεχνικός πεδίου επιστρέφει στο χώρο του πελάτη για τις απαιτούμενες μετρήσεις του VDSL και της τηλεφωνίας. Αφού ο πελάτης έχει παραλάβει τον εξοπλισμό του VDSL ο τεχνικός προβαίνει στη σωστή συνδεσμολογία του εξοπλισμού.

ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ VDSL over PSTN



1



Εικόνα 24 : Συνδεσμολογία Εξοπλισμού

Ο πελάτης πλέον έχει αποκτήσει μια γραμμή VDSL over PSTN.

Τέλος έγινε μια μέτρηση του internet από το πρόγραμμα του τεχνικού τμήματος ΟΤΕ ΑΡΤΑΣ “ΠΡΟΜΗΘΕΑΣ”.

The screenshot displays a Windows Internet Explorer browser window with a URL bar showing 'http://promitheas...'. The main content area is divided into several sections:

- Test Results (Oλοκληρωμένη μέτρηση της γραμμής):**
 - EMS NAME=ARTAS_ARTA_D_HUA_12887
 - ΦΥΣΙΚΗ ΠΟΡΤΑ=0-0-18
 - NE Id=175741183
 - ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΡΥΘΜΟΣ DOWNSTREAM = 81875 kbps
 - ΛΟΓΟΣ ΣΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΘΟΥΡΥΒΟ (SNR) ΓΙΑ DOWNSTREAM = 18.5 dB
 - ΑΠΟΣΒΕΣΗ DOWNSTREAM = 9.3 dB
 - ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΡΥΘΜΟΣ UPSTREAM = 30512 kbps
 - ΛΟΓΟΣ ΣΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΘΟΥΡΥΒΟ (SNR) ΓΙΑ UPSTREAM = 27.5 dB
 - ΑΠΟΣΒΕΣΗ UPSTREAM = 3.8 dB
 - ΑΠΟΣΒΕΣΗ: Εξαιρετικό σήμα
 - SNR: Χωρίς προβλήματα
 - ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ DSLAM = N/A
 - ΤΡΕΧΩΝ ΡΥΘΜΟΣ DOWNSTREAM = 49998 kbps
 - ΤΡΕΧΩΝ ΡΥΘΜΟΣ UPSTREAM = 4997 kbps
- Network Configuration (ΔΙΚΤΥΟ):**
 - Κέντρο: ΑΡΤΑ
 - Καλ.: 18
 - Ζευγ.: 2159
 - Κόμβος: 302
 - Είδος Εισερ.: ΚV
 - Εξερ.: 209
 - ΣΕΥΚ: 335
 - ΣΥΕΥΚ: 32251
- ADSL Configuration:**
 - ΔΙΚΤΥΟ: BRA
 - ΗΜ.ΛΕΙΤ/ΓΙΑΣ: 12/08/1998
 - SLA: []
 - WVOMS: []
 - DSL: []
 - SL: []
 - IP TV: []
 - WMAX: []
 - VDSL: []
 - Γατοκίς Συνδέσεις ADSL
 - ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ
 - ΜΑΧ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ADSL
 - ΜΑΧ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ DSL ΤΟΥ ΚV
 - Μέγιστη Απόσταση: 529,58
 - Max DownStream: 13373,8
 - SNR: 15,2021
 - Attenuation: 8,39
- ADSL Status:**
 - ADSL
 - ΠΡΟΕΠΙΛΟΓΕΣ
 - ΒΡΟΧΟΣ
 - ΒΛΑΒΕΣ
 - ΕΞΟΔΟΣ

The taskbar at the bottom shows various icons including 'Έναρξη', 'Icon...', 'Click...', 'Click...', 'Goo...', 'Εισε...', 'XAPI...', 'RE: ...', 'Orad...', 'ΕΦΑ...', 'Μετ...', and the system clock showing 11:32 πμ.

Εικόνα 25 : Μέτρηση VDSL από τον "Προμηθέα"

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά την εκπόνηση της πτυχιακής μας εργασίας κατανοήσαμε τον όρο Ευρυζωνικότητα δηλαδή το προηγμένο, εφικτό και καινοτόμο περιβάλλον από πολιτική, οικονομική και τεχνολογική πλευρά. Κατανοήσαμε πόσο σημαντική είναι η Ευρυζωνική πρόσβαση και την Ευρυζωνικότητα στην Ελλάδα. Στη συνέχεια μελετήσαμε τις τεχνολογίες DSL μερικές από τις οποίες είναι οι ADSL, ADSL 2+, IDSL, VDSL.

Στο δεύτερο κεφάλαιο κατανοήσαμε τα μοντέλα θορύβου τα οποία παρενοχλούν τις τεχνολογίες DSL. Ποιο συγκεκριμένα ασχοληθήκαμε με το Λευκό Προσθετικό θόρυβο, το Κρουστικό θόρυβο, το θόρυβο Ραδιοφωνικών Συχνοτήτων και το θόρυβο Διαφωνίας. Δεν θα μπορούσαμε να μην αναφερθούμε στις τεχνικές αποφυγής θορύβου.

Στο επόμενο κεφάλαιο γνωρίσαμε τις Οπτικές Ίνες οι οποίες με την εξέλιξη της τεχνολογίας χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο και βοηθούν στην βελτίωση της ταχύτητας του internet. Στη συνέχεια κατανοήσαμε τη δομή και τα χαρακτηριστικά τους και μελετήσαμε του τύπους οπτικών ινών οι οποίες διαχωρίζονται σε Μονοτροπικές και Πολυτροπικές. Ολοκληρώσαμε την αναφορά μας σε αυτό το κεφάλαιο με τα καλώδια οπτικών ινών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο κατανοήσαμε τον όρο VDSL, μελετήσαμε και αξιολογήσαμε την τεχνολογία VDSL. Στη συνέχεια γνωρίσαμε τους στόχους της τεχνολογίας, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της και τις διαφορές της από την ADSL τεχνολογία. Δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε να αναφερθούμε στην εξέλιξη της τεχνολογίας από VDSL σε VDSL 2.

Στο επόμενο κεφάλαιο αναλύσαμε τη δομή ενός VDSL το οποίο αποτελείται από τον Παροχέα VDSL, Οπτικές Ίνες, ΚΑΦΑΟ, Καλώδια Χαλκού και VDSL modem. Στη συνέχεια μελετήσαμε τις τεχνολογίες δικτύου πρόσβασης FTT x οι οποίες διακρίνονται σε FTTC, FTTB, FTTH. Κλείνουμε το εν λόγω κεφάλαιο με την ανάλυση DSLAM και του Υπαιθρίου Κατανεμητή, κάνουμε μια ανάλυση για το τι είναι το box του ΟΤΕ και αναφέρουμε τον εξοπλισμό του VDSL.

Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας μας με τη βοήθεια τεχνικών ΟΤΕ μελετήσαμε και δημιουργήσαμε μια νέα σύνδεση VDSL την οποία παρουσιάζουμε βήμα βήμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] http://broadband.physics.auth.gr/gr/broadband/broadband_definition.htm
- [2] <http://broadband.cti.gr/el/evrizonikotita/broadgreece.php>
- [3] «Τηλεπικοινωνίες και Δίκτυα Η/Υ», Άρης Αλεξόπουλος & Γιώργος Λαγογιάννης, έκτη έκδοση, Αθήνα 2003.
- [4] http://el.wikipedia.org/wiki/Digital_Subscriber_Line
- [5] http://el.wikipedia.org/wiki/Asymmetric_Digital_Subscriber_Line
- [6] <http://www.adslgr.com/forum/threads/19417-%CE%9D%CE%B1-%CF%80%CF%8E%CF%82-%CE%B4%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE%B5%CF%8D%CE%BF%CF%85%CE%BD-%CF%84%CE%B1-ADSL-ADSL2-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-ADSL2->
- [7] <http://broadband.cti.gr/el/evrizonikotita/dsl.php>
- [8] «Εισαγωγή στις τηλεπικοινωνίες», Φ.ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, Χ.ΚΑΨΑΛΗΣ, Π.ΚΩΤΤΗΣ. Εκδόσεις ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ.
- [9] [http://en.wikipedia.org/wiki/Impulse_noise_\(audio\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Impulse_noise_(audio))
- [10] <http://brain.ee.auth.gr/dokuwiki/doku.php?id=loop:local>
- [11] «ΔΙΚΤΥΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΝΕΑΣ ΓΕΝΙΑΣ», Χρήστος Βασιλόπουλος, Διαμαντής Κοτούλας, Δημήτριος Ξενικός, Πέτρος Βούδας, Γιώργος Χελιώτης, Γιώργος Αγαπίου Τηλέμαχος Δούκογλου, Χρήστος Βασιλόπουλος Εκδόσεις κλειδάριθμος.
- [12] http://de.teikav.edu.gr/telematics/pdf/4o_Meros_OptikaSystimata.pdf
- [13] http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%AF%CE%BD%CE%B1
- [14] http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_interference
- [15] <http://boskotsopanhs.wordpress.com/2013/02/26/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-vdslto-vdsl-very-high-bitratehigh-speed-dsl-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CF%80%CE%B9%CE%BF-%CE%B3%CF%81%CE%AE%CE%B3%CE%BF/>
- [16] <http://tech.in.gr/short-news/?aid=1231140162>
- [17] http://ru6.cti.gr/bouras/dialekseis/5/eurizonikes_tehnologies_v36.pdf
- [18] http://www.zioulas.gr/index_files/Efarmoges%20B/KEF.%204%20-%20VDSL.pdf

- [19] <http://www.in2life.gr/indulgence/technology/article/256858/vdsl-apo-ton-ote-nea-epohhgia-thn-evryzonikohtta.html>
- [20] <http://tech.in.gr/analysis/article/?aid=1231195009>
- [21] <http://www.satspot.gr/communications/internet/199-vdsl-technology>
- [22] http://en.wikipedia.org/wiki/Bridge_tap
- [23] Σεμινάριο VDSL ΚΑΣ 03 – 10. Εγκατάσταση Συνδρομητικού Εξοπλισμού για Υπηρεσίες Conn – XTV, VDSL και SHDSL Κ. ΣΤΑΘΑΣ ΑΘΗΝΑ 2009 Τεχνικό Τμήμα ΟΤΕ.
- [24] <http://translate.google.gr/translate?hl=el&sl=en&u=http://www.differencebetween.net/technology/difference-between-adsl-and-vdsl/&prev=/search%3Fq%3Dvdsl%2Bvs%2Badsl%26newwindow%3D1%26biw%3D979%26bih%3D612>
- [25] <http://www.myphone.gr/forum/showthread.php?t=351254>
- [26] <http://techblog.gr/internet/vdsl-internet-greece-90753/>
- [27] <http://es.wikipedia.org/wiki/VDSL>
- [28] http://en.wikipedia.org/wiki/Fiber_to_the_x
- [29] <http://www.pcsteps.gr/18433%CF%84%CE%B1%CF%87%CF%8D%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1-adsl>
- [30] <http://www.pcsteps.gr/18891-%CE%BA%CE%B1%CF%86%CE%B1%CE%BF-%CE%BF%CF%84%CE%B5-%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B9-%CF%83%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CE%AF%CE%BD%CE%B5%CE%B9/>
- [31] <http://www.insomnia.gr/topic/424884-%CF%80%CF%8E%CF%82-%CE%B4%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE%B5%CF%8D%CE%B5%CE%B9-%CF%84%CE%BF-adsl-%CE%B1%CF%80%CF%8C-%CF%84%CE%BF-%CF%83%CF%80%CE%AF%CF%84%CE%B9-%CE%BC%CE%B1%CF%82-%CE%BC%CE%AD%CF%87%CF%81%CE%B9-%CF%84%CE%BF-dslam-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BB%CF%85/>
- [32] ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ VDSL over PSTN Τεχνικό Τμήμα ΟΤΕ ΑΡΤΑΣ