



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ**

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ**

*ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ*

**<ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ>**

---

<Τεχνολογίες xDSL>

---

**<ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ>**

**A.M <1047318>**

*ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ*

**ПАТРА 2019**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: &lt;ΕΙΣΑΓΩΓΗ&gt;</b>	<b>1</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: &lt;ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ&gt;</b>	<b>3</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: &lt;ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ xDSL ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ&gt;</b>	<b>6</b>
<b>3.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ HDSL</b>	<b>6</b>
3.1.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	7
3.1.2 HDSL2	8
<b>3.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ SDSL</b>	<b>9</b>
3.2.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	9
3.2.2 SHDSL	10
<b>3.3 RADSL</b>	<b>11</b>
<b>3.4 IDSL</b>	<b>12</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: &lt;ADSL&gt;</b>	<b>13</b>
<b>4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>	<b>13</b>
<b>4.2 ADSL2</b>	<b>15</b>
<b>4.3 ADSL2+</b>	<b>16</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: &lt;VDSL&gt;</b>	<b>17</b>
<b>5.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>	<b>17</b>
<b>5.2 VDSL2</b>	<b>20</b>
<b>5.3 ΑΝΑΓΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΑΠΟ ADSL ΣΕ VDSL</b>	<b>23</b>

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: &lt;ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ&gt; .....</b>	<b>25</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: &lt;ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ DSL&gt;.....</b>	<b>27</b>
<b>7.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....</b>	<b>27</b>
<b>7.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ .....</b>	<b>27</b>
<b>7.3 ΠΑΡΟΧΟΙ, ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ.....</b>	<b>28</b>

# ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

---

DSL = Digital Subscriber Line

ISDN = Integrated Services Digital Network

IDSL = ISDN Digital Subscriber Line

ADSL = Assymetric Digital Subscriber Line

RADSL = Rate-Adaptive Digital Subscriber Line

HDSL = High bit rate Digital Subscriber Line

SDSL = Symmetric Digital Subscriber Line

VLSI = Very Large Scale Intergation

WAN = Wide Area Network

bps = bits per second

SHDSL = Single-Pair High-speed Digital Subscriber  
Lines

PoE = Power over Ethernet

VDSL = Very High Bit-Rate Digital Subscriber Line

QAM = Quadrature Amplitude Modulation

DMT = Discrete Multitone Modulation

FTTN = Fiber To The Neighborhood

VoIP = Voice over Internet Protocols

PSTN = Public Switched Telephone Network

OTE = Οργανισμός Τηλεπικοινωνιών Ελλάδος

ISP = Internet Service Provider

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: <ΕΙΣΑΓΩΓΗ>

---

Ζούμε σε μια εποχή όπου η τεχνολογία εξελίσσεται ραγδαία. Μαζί με την εξέλιξη της τεχνολογίας, εξελίσσονται και οι ανάγκες των ανθρώπων, γίνονται περισσότερες και πιο πολύπλοκες. Η ανάγκη για επικοινωνία, αλλά και για άμεση και γρήγορη πρόσβαση στο Ίντερνετ, δημιούργησε τις διάφορες **τεχνολογίες DSL**, ικανές να καλύψουν τις ποικιλόμορφες ανάγκες των χρηστών. Στόχος αυτής της εργασίας είναι η παρουσίαση των διάφορων τεχνολογιών DSL και των διαφορών χαρακτηριστικών τους.

Ας ξεκινήσουμε όμως δίνοντας έναν ορισμό σχετικά με το τί είναι DSL. Η DSL (Digital Subscriber Line) πρόκειται για μια κατηγορία τεχνολογιών η οποία χρησιμοποιείται για την μετάδοση δεδομένων μέσω τηλεφωνικών γραμμών. Οι κύριες λειτουργίες της εκάστοτε τεχνολογίας DSL είναι η εγκαθίδρυση τηλεφωνικής επικοινωνίας και πρόσβαση στο Ίντερνετ.

Στην Ελλάδα, με τον όρο DSL έχει επικρατήσει να αναφερόμαστε στο **ADSL** (Assymetric Digital Subscriber Line) καθώς είναι η πλέον πιο διαδεδομένη και χρησιμοποιούμενη. Μέσα από αυτή την εργασία θα διατυπωθούν στοιχεία που αντικατοπτρίζουν τις υπηρεσίες DSL που παρέχονται στην Ελλάδα. Πιο συγκεκριμένα, θα αναφερθούν οι πιο δημοφιλείς

πάροχοι DSL, οι σχετικές τιμές της αγοράς καθώς και οι μέσες ταχύτητες που συναντάμε.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: <ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ>

---

Η πορεία της DSL τεχνολογίας αρχίζει από το μακρινό 1950, όταν παρατηρήθηκε πως συνηθισμένα καλώδια τηλεφώνου ήταν ικανά να μεταφέρουν έως και 4 MHz σήματος τηλεόρασης μεταξύ 2 διαφορετικών τηλεοπτικών στούντιο. Μέχρι τότε υπήρχε η πεποίθηση πως ήταν αδύνατο να καθιερωθεί τηλεφωνική γραμμή με πάνω από 9600 bits/sec. Βλέποντας όμως ότι σε απόσταση 16 χιλιομέτρων (τόσο απείχαν οι σταθμοί) να μεταφέρεται μεγάλος αριθμός Hertz, άρχισαν να σκέφτονται ότι είναι πιθανό να μεταφερθεί και μεγάλος όγκος δεδομένων.

Οι πρώτες απόπειρες δημιουργίας τέτοιας γραμμής έγιναν 1980, με τη δημιουργία κάποιων broadband επικοινωνιών που απλώς επέκτειναν την απόσταση της μετάδοσης. Λίγα χρόνια μετά, το 1984 η τεχνολογία DSL παίρνει την πρώτη της μορφή, μέσα από το **Integrated Services Digital Network (ISDN)**, το πρώτο συμμετρικό DSL, που αργότερα έμεινε ως IDSL.

Το 1988, και χάρη στην διορατικότητα του **Joseph W. Lechleider** πως μια ασύμμετρη οργάνωση θα προσέφερε διπλάσια χωρητικότητα απ'ότι μια συμμετρική, αναπτύχθηκε το **ADSL**, πράγμα που άλλαξε τον δικτυακό χάρτη του τότε κόσμου. Οι παροχείς Ίντερνετ μπορούσαν να προσφέρουν πληθώρα υπηρεσιών στους πελάτες τους, εκμεταλλευόμενοι την δυνατότητα “κατεβάσματος” μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων και την ταυτόχρονη μηδενική ανάγκη ανεβάσματος αντιστοίχων μεγεθών.



*Εικόνα 1: Joseph W. Lechleider, ο πατέρας του ADSL*

*Πηγή: <https://www.invent.org/inductees/joseph-lechleider>*

Έπειτα, η εξέλιξη των DSL τεχνολογιών ήταν ραγδαία, με την δημιουργία του **RADSL**, όπου μπορούσε να λειτουργεί πάνω σε οποιαδήποτε γραμμή χαλκού, του **HDSL** και του **SDSL**, προσφέροντας μεγαλύτερες ταχύτητες από τις κλασσικές χάλκινες γραμμές.

Το κύριο πρόβλημα όμως, που ήταν το κόστος των επεξεργαστών DSL, παρέμενε. Με την εξέλιξη της VLSI τεχνολογίας στα τέλη της δεκαετίας του 90, τα κόστη των εξοπλισμών σχετικών με το DSL μειώθηκαν αισθητά.

Σήμερα, σχεδόν σε όλα τα μήκη και πλάτη του πλανήτη, το δίκτυο εκσυγχρονίζεται με τη χρήση οπτικής ίνας, η οποία αντικαθιστά τα παλαιότερα συστήματα ADSL. Οι πρωτεργάτες αυτής την αλλαγής ήταν ο αμερικανικός στρατός όπου πρώτοι το 2012 προέβησαν σε αυτή την κίνηση. [1]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: <ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ xDSL ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ>

---

Η τεχνολογία DSL είναι μια τεχνολογία που μετατρέπει το απλό τηλεφωνικό καλώδιο σε ένα δίαυλο ψηφιακής επικοινωνίας μεγάλου εύρους ζώνης.

Υπάρχουν πάρα πολλές τεχνολογίες DSL, με την κάθε μια να είναι ικανή να καλύψει διαφορετικές ανάγκες. Οι τεχνολογίες αυτές χωρίζονται σε 3 μεγάλες κατηγορίες: τις **συμμετρικές**(HDSL, SDSL, IDSL), τις **ασυμμετρικές**(ADSL, UDSL) και αυτές που λειτουργούν **και συμμετρικά και ασύμμετρα**(RADSL, VDSL).

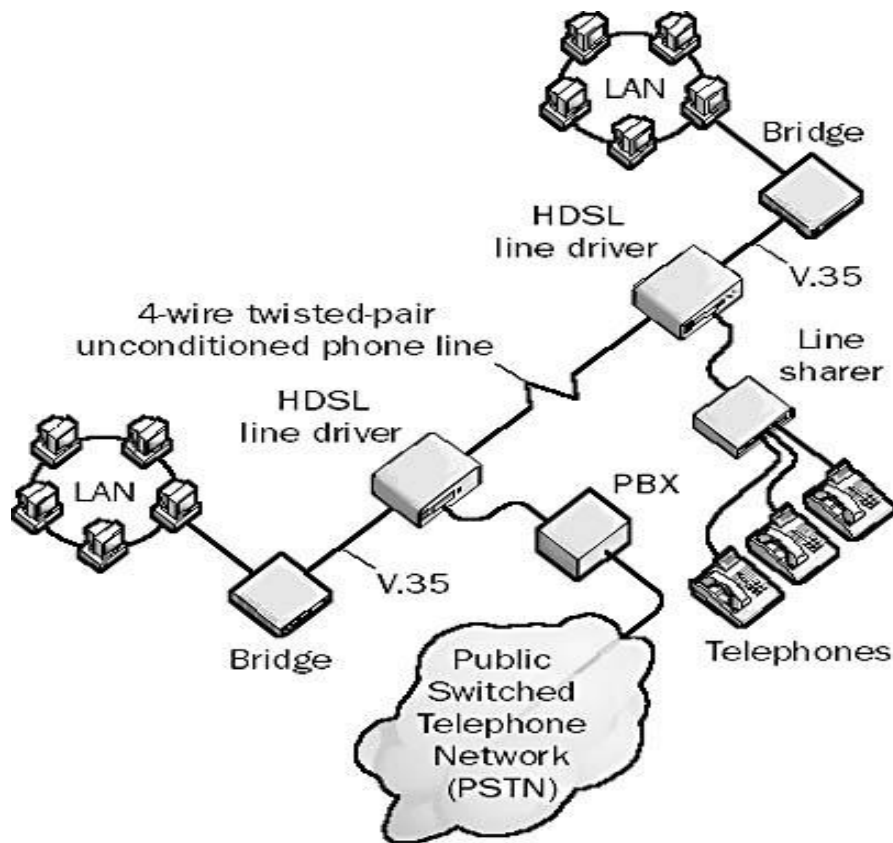
Παρακάτω παρουσιάζονται οι πιο διαδεδομένες τεχνολογίες xDSL.

### 3.1 Τεχνολογία HDSL

Πρόκειται για μια τεχνολογία η οποία χρησιμοποιεί ομάδες τηλεφωνικών χάλκινων καλωδίων, τα οποία καλώδια ήταν ήδη εγκατεστημένα, και μεταδίδει δεδομένα μέσω αυτών με ταχύτητες T1 ή E1.

Η HDSL(*High-bit-rate Digital Subscriber Line*) ήταν η πρώτη DSL τεχνολογία που εφαρμόστηκε σε μεγάλο μέρος του

πληθυσμού. Χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα σαν μια χαμηλού κόστους εναλλακτική μέθοδο επικοινωνιών σε WAN.



Εικόνα 2: Παράδειγμα ενός HDSL.

Πηγή: <http://www.thenetworkencyclopedia.com/entry/high-bit-rate-digital-subscriber-line-hdsl/>

### 3.1.1 Χαρακτηριστικά Λειτουργίας

Πρακτικά το HDSL λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο όπως το ADSL. Η μόνη διαφορά είναι πως το HDSL είναι πάντοτε συμμετρικό(δηλαδή οι ταχύτητες upstream και downstream είναι ίδιες). Αυτό συνεπάγεται πως οι μέγιστες ταχύτητες bandwidth θα είναι μικρότερες.

Η τεχνολογία HDSL μπορεί να συναντηθεί σε διάφορες μορφές, αλλά οι κυριότερες 3 είναι οι εξής:

- 1) Μετάδοση στα 668 Kbps μέσω ενός χάλκινου τηλεφωνικού καλωδίου.
- 2) Μετάδοση στα 1544 Mbps μέσω δύο πεπλεγμένων καλωδίων. Αυτή είναι η πιο διαδεδομένη και συνηθισμένη διαρύθμιση και ονομάζεται **Dual-Duplex HDSL**.
- 3) Μετάδοση στα 2048 Mbps μέσω τριών πεπλεγμένων καλωδίων.

Η τεχνολογία HDSL έχει τη δυνατότητα να μεταδώσει τόσο δεδομένα όσο και ήχο μέσω του ίδιου καναλιού. Η μέγιστη απόσταση που μπορεί να μεταδώσει συνήθως φτάνει τα 3700 μέτρα.

Συνήθως χρησιμοποιείται για την διασύνδεση τηλεφωνικών εξοπλισμών, router, γεφυρών και άλλων δικτυακών συσκευών. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την σύνδεση ενός private data δικτύου, μιας και τα συγκεκριμένα δίκτυα δεν απαιτούν, συνήθως, μεγάλες απαιτήσεις όσον αφορά τη γεωγραφική κάλυψη. Αποφεύγεται να χρησιμοποιείται σε δίκτυα εξυπηρέτησης πελατών, κυρίως λόγω των ταχυτήτων της. [2]

### **3.1.2 HDSL2**

Πρόκειται για μια τεχνολογία που αναπτύχθηκε από την αμερικανική εταιρία ANSI(American National Standards Institute) και εκδόθηκε από την ίδια το 2000. Όπως και ο πρόγονός του, προσφέρει συμμετρικές μεταδόσεις δεδομένων στα 1544 bps. Η ουσιαστική βελτίωση από την HDSL τεχνολογία, είναι ότι προσφέρει μεγαλύτερη απόσταση σύνδεσης και μπορεί να λειτουργήσει και με καλώδια χειρότερη ποιότητας.

Τέλος, αξίζει να γίνει μια σύντομη αναφορά και στην τελευταία έκδοση του HDSL μοντέλου, την HDSL4, η οποία προσφέρει περίπου 30% μεγαλύτερη απόσταση. [3]

## **3.2 Τεχνολογία SDSL**

### **3.2.1 Χαρακτηριστικά Λειτουργίας**

Η τεχνολογία SDSL βασίζεται πάνω στην παραδοσιακή τεχνολογία DSL, η οποία επιτρέπει την μεταφορά δεδομένων μέσω ενός μόνο συνεστραμμένου ζεύγους χαλκού. Επίσης, παρέχει μια συμμετρία όσο αφορά το bandwidth τόσο στο upstream όσο και στο downstream. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό αυτής της τεχνολογίας θεωρείται ακριβώς αντίθετο της τεχνολογίας ADSL, η οποία προσφέρει μεγαλύτερες ταχύτητες κατεβάσματος από ανεβάσματος.

Η Symmetric Digital Subscriber Line (SDSL) προσφέρει ταχύτητες δεδομένων έως και 3 Mbps. Επειδή η μεταφορά γίνεται μέσω ενός μόνο ζεύγους καλωδίων, η μέγιστη απόσταση που μπορεί να καλύψει είναι τα 3 χιλιόμετρα, ενώ χρησιμοποιεί ολόκληρο το bandwidth. Και ενώ η χρήση ολόκληρου του bandwidth επιφέρει τεράστια προτερήματα όσο αφορά τον ρυθμό μεταφοράς των δεδομένων, ταυτόχρονα αποτρέπει την SDSL να συνυπάρξει με μια συμβατική υπηρεσία φωνής. Αξίζει να σημειωθεί, πως η SDSL αναπτυσσόταν ως μια ιδιόκτητη τεχνολογία, γι αυτό τον λόγο ήταν περιορισμένη στο να συνδέεται και να επικοινωνεί με συσκευές του ίδιου κατασκευαστή. [4]

### **3.2.2 SHDSL**

Πρόκειται για τον απόγονο του SDSL. Είναι η καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία στις τηλεπικοινωνίες όσο αφορά ανάγκη μεγάλων ρυθμών μεταφοράς δεδομένων. Η απόσταση που καλύπτει το SHDSL είναι μεγαλύτερη απο κάθε άλλη τεχνολογία DSL(εως και 15 χιλιόμετρα), ενώ επιτυγχάνει ταχύτητες έως και 15 Mbps.

Η SHDSL (Single-Pair High-speed Digital Subscriber Lines) έχει πληθώρα χρήσεων, με τις σημαντικότερες να είναι οι εξής:



- Η SHDSL είναι η καλύτερη προς χρήση τεχνολογία σε περιοχές όπου η PoE τεχνολογία δεν είναι εύκολα προσβάσιμη(αεροδρόμια, σταθμοί μετρό κτλ)
- Συστήματα παρακολούθησης. Ομοίως, η PoE τεχνολογία δεν είναι εύκολα προσβάσιμη
- Αυτόματα μηχανήματα συναλλαγών και φωτεινοί σηματοδότες εκμεταλλεύονται την ευρωστία και την μεγαλύτερη απόσταση που μπορεί να καλύψει το SHDSL [5]

### 3.3 RADSL

Το RADSL (Rate-Adaptive Digital Subscriber Line) αποτελεί παραλλαγή της ADSL τεχνολογίας όπου το modem προσαρμόζει την ταχύτητα στο upstream ανάλογα με το μήκος και την ποιότητα της γραμμής προς τον πάροχο της DSL σύνδεσης, προκειμένου να διατηρηθεί σταθερή η ταχύτητα στο downstream. Η τεχνολογία αυτή μπορεί να φτάσει ταχύτητες των 2,2 Mbps όσο αφορά το download και 1 Mbps όσο αφορά το upload.

Μπορεί οι ταχύτητες να μην είναι και τόσο ικανοποιητικές, όμως η δύναμη του RADSL έρχεται απο την ευελιξία του και την εύκολη προσαρμογή του στις αναγκαίες καταστάσεις. Τυπικό παράδειγμα η μετάδοση video-on-demand. Όταν το modem συνδέεται χρησιμοποιώντας RADSL προσαρμόζεται για να δημιουργηθεί μεγαλύτερος χώρος στη

ζώνη συχνοτήτων για την downstream κίνηση. Με αυτή την τεχνική η γραμμή είναι πιο ανεκτική σε λάθη λόγω θορύβου και απώλεια σήματος. [6]

### 3.4 IDSL

Η τεχνολογία IDSL υποστηρίζει συμμετρική μετάδοση μέχρι και 144 Kbps πάνω από τις κλασσικές χάλκινες τηλεφωνικές γραμμές χρησιμοποιώντας ψηφιακή μετάδοση, προσπερνώντας τον εξοπλισμό του κεντρικού γραφείου της τηλεφωνικής εταιρίας που χειρίζεται αναλογικά σήματα. Διαφέρει από το συγγενικό ISDN (integrated services digital network) στο ότι είναι τεχνολογία «always-available» αλλά μπορεί να χρησιμοποιήσει τον ίδιο τερματικό εξοπλισμό ή modem που χρησιμοποιεί το ISDN. Οι κύριες διαφορές μεταξύ IDSL και ISDN είναι οι εξής:

- Η ISDN δεν παρακάμπτει το δίκτυο της τηλεφωνικής εταιρίας. Η IDSL το παρακάμπτει και συνδέεται απευθείας σε ένα ειδικό router στο τέλος της εταιρίας.
- Η ISDN απαιτεί εγκατάσταση. Η IDSL είναι αυτόνομη υπηρεσία [7]



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: <ADSL>

---

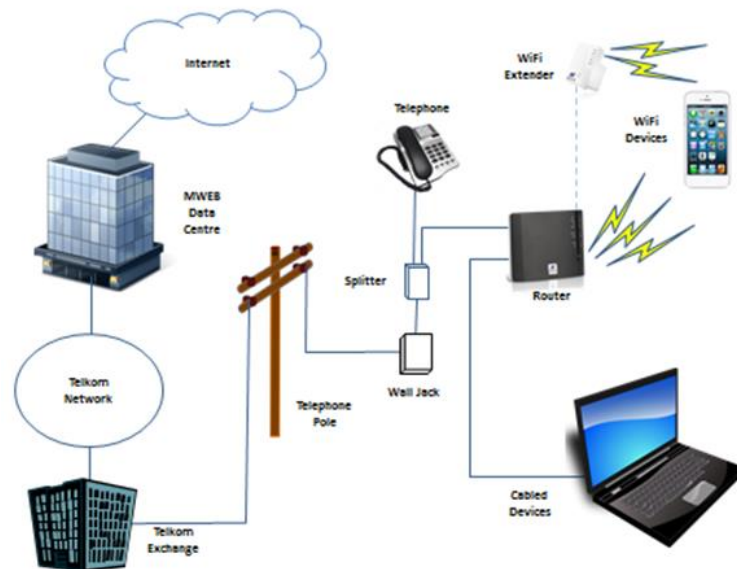
Η τεχνολογία ADSL(*Asymmetric digital subscriber line*) είναι μια τεχνολογία επικοινωνίας όπου προσφέρει καλύτερους ρυθμούς μετάδοσης πάνω σε χάλκινες τηλεφωνικές γραμμές. Ο κύριος τρόπος που χρησιμοποιείται απ'τους παρόχους είναι για τις μεγάλες ταχύτητες που προσφέρει στο download, χάρη στην ασύρματη αρχιτεκτονική που είναι βασισμένη.

### 4.1 Γενικά Χαρακτηριστικά

Κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας είναι ότι η μεταφορά δεδομένων γίνεται με ασύμμετρο τρόπο, δηλαδή προσφέρει διαφορετικό ρυθμό για τη λήψη (μέχρι 8 Mbps downstream) και διαφορετικό για την αποστολή δεδομένων (640 kbps upstream).

Το σημαντικότερο είναι ότι το εύρος ζώνης δεν το μοιραζόμαστε, αλλά είναι εξ' ολοκλήρου στη διάθεσή μας. Ωστόσο θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι η απόδοση του ADSL εξαρτάται σημαντικά από την απόσταση του χρήστη από τον τηλεπικοινωνιακό πάροχο. Πιο συγκεκριμένα, σε αποστάσεις μικρότερες των 2,5 χιλιομέτρων η ADSL μπορεί να φτάσει ταχύτητες έως και 8,5 Mbps. Όσο αυξάνεται η απόσταση, τόσο φαίνεται η μείωση της απόδοσης της τεχνολογίας ADSL. Τις χαμηλότερες επιδόσεις τις παρατηρούμε

σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 5,5 χιλιομέτρων, όπου ο ρυθμός μετάδοσης φτάνει μόλις το 1,5 Mbps.



Εικόνα 3: Ένα παράδειγμα λειτουργίας του ADSL.

Πηγή:

<http://www.mweb.co.za/help/ADSL/ViewArticle/tabid/3766/Article/15677/How-ADSL-Works.aspx>

Ας δούμε όμως λίγο αναλυτικότερα τον τρόπο λειτουργίας της τεχνολογίας. Η ADSL λειτουργεί χρησιμοποιώντας ένα φάσμα συχνοτήτων από τις φωνές των τηλεφωνικών κλήσεων. Χρησιμοποιώντας ένα ειδικό φίλτρο, που ονομάζεται **splitter**, επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός αυτών των συχνοτήτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επιτρέπεται μία τηλεφωνική γραμμή να χρησιμοποιείται τόσο για χρήση τηλεφωνικών κλήσεων, όσο και για παροχή ADSL υπηρεσιών. [8]

## 4.2 ADSL2

Πρόκειται για μια βελτιωμένη έκδοση του ADSL. Το ADSL2 χρησιμοποιεί τη μέθοδο διαμόρφωσης DMT και ακριβώς τις ίδιες συχνότητες που χρησιμοποιεί το απλό ADSL. Η απόσταση από το DSLAM μέχρι τον εξοπλισμό του πελάτη είναι συνήθως ο πιο καθοριστικός παράγοντας στην ποιότητα της γραμμής, με την ποιότητα του υλικού της γραμμής να παίζει δευτερεύοντα ρόλο.

Το ADSL2 έχει αρκετές διαφορές από το ADSL. Η σημαντικότερη διαφορά είναι ότι το ADSL2 προσφέρει **μεγαλύτερες ταχύτητες** που αγγίζουν τα 12 Mbps. Μία ακόμα σημαντική διαφορά είναι πως το ADSL2 μπορεί να καλύπτει **μεγαλύτερη απόσταση** από το ADSL. Η μεγαλύτερη γεωγραφική κάλυψη μπορεί να μεταφραστεί και ως καλύτερη απόδοση στον ρυθμό μετάδοσης, ειδικά σε αποστάσεις που είχαμε σημαντικές μειώσεις της ταχύτητας στο ADSL. Η **ανθεκτικότητα απέναντι στο θόρυβο** επίσης βελτιώθηκε με την ADSL2. Τέλος, η ADSL2 προσφέρει **συμβατότητα με προγενέστερες εκδόσεις**. Αυτό σημαίνει ότι οποιοσδήποτε εξοπλισμός του ADSL2 είναι ικανός να λειτουργήσει σε ADSL συστήματα. Το γεγονός αυτό προσφέρει ένα αίσθημα ασφάλειας σε περίπτωση που κάποιος δεν έχει αποφασίσει εάν όντως επιθυμεί αναβάθμιση από ADSL σε ADSL2. [9]

### 4.3 ADSL2+

Παρόμοια με το ADSL2,ετσι και το ADSL2+ χρησιμοποιεί μέθοδο διαμόρφωσης DMT. Η σημαντικότερη βελτίωση όμως είναι πως διπλασιάζει το downloading από το ADSL2 χρησιμοποιώντας διπλάσιο χώρο συχνοτήτων. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιεί τις συχνότητες 276 - 2200 kHz για το downloading. Έχει εξελιγμένα χαρακτηριστικά για το θόρυβο και υψηλότερους ρυθμούς συμβόλων κατά τη διαμόρφωση. [10]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: <VDSL>

---

Το VDSL(*Very High Bit-Rate Digital Subscriber Line*) είναι η πιο προηγμένη τεχνολογία DSL αυτή την στιγμή, καθώς και αυτή με τις μεγαλύτερες ταχύτητες.

### 5.1 Γενικά Χαρακτηριστικά

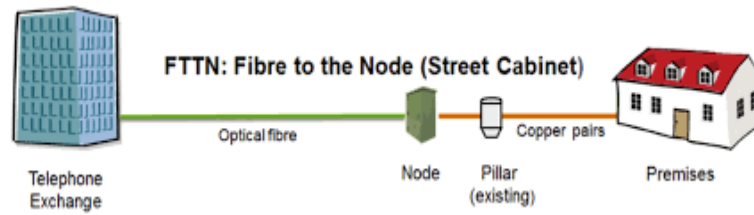
Το VDSL προσφέρει ταχύτητες έως και 52 Mbps σε ότι αφορά το downstream, ενώ σε upstream μπορεί να φτάσει έως και τα 16 Mbps. Λειτουργεί πάνω σε ήδη υπάρχοντα καλώδια που χρησιμοποιούνταν για αναλογικές παροχές τηλεφώνου ή για χαμηλότερης ταχύτητας DSL σύνδεσης. Χρησιμοποιεί ένα φάσμα συχνοτήτων μεταξύ των 12 και 25 Hz, γεγονός που του επιτρέπει να υποστηρίζει ταυτόχρονα, μέσω μιας μόνο σύνδεσης, τόσο τηλεφωνικές παροχές και γενική πρόσβαση στο Ίντερνετ, όσο και απαιτητικές υπηρεσίες και εφαρμογές, όπως πχ. Υψηλής ευκρίνειας τηλεόραση. Ο μόνος περιορισμός του VDSL είναι η απόσταση που μπορεί να καλύψει μιας και το VDSL δε μπορεί να ξεπερνά το 1,5 χιλιόμετρο. [11]

Η αρχιτεκτονική του VDSL βασίζεται σε 2 διαφορετικές τεχνολογίες: την QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) και την DMT(*Discrete Multitone Modulation*). Αξίζει να σημειωθεί πως οι 2 τεχνολογίες μεταξύ τους δεν είναι συμβατές, και οι τωρινοί κατασκευαστές φαίνεται να προτιμούν την DMT για τεχνολογία της επιλογής τους. Μία σύνδεση VDSL βασισμένη



στην τεχνολογία DMT αποτελείται από 247 εικονικά κανάλια, τα οποία πολλαπλασιάζουν το διαθέσιμο bandwidth. Η ακεραιότητα του κάθε καναλιού βρίσκεται σε διαρκή παρακολούθηση. Εάν τα σήματα ελέγχου από κάποια συγκεκριμένο κανάλι αρχίσουν να παραμορφώνονται, τότε τα δεδομένα μεταφέρονται αμέσως σε άλλο κανάλι. Βάση αυτής της τεχνικής, τα δεδομένα αλλάζουν συνεχώς κανάλια και διασφαλίζεται πάντοτε πως επιλέγεται η καλύτερη διαδρομή για την μετάδοση των δεδομένων.

Την σημερινή εποχή, οι εταιρίες τηλεπικοινωνιών εφαρμόζουν το σχέδιο FTTN (*Fiber To The Neighborhood*), το οποίο επιδιώκει την εγκατάσταση **οπτικής ίνας** από τη μεριά της εταιρίας έως το κουτί σύνδεσης(καφάο) της συγκεκριμένης γειτονιάς. Αυτό έχει σκοπό την εξάλειψη του περιορισμού που υπάρχει σε ό,τι αφορά την απόσταση που μπορεί να καλύψει η τεχνολογία VDSL. Στο μέλλον, οι εταιρίες επιδιώκουν να επεκτείνουν το πλάνο τους, αντικαθιστώντας τα χάλκινα καλώδια με οπτικές ίνες μέχρι το σημείο όπου κάθε τηλεφωνική γραμμή φτάνει. Το πλάνο αυτό έχει ήδη μπει σε εφαρμογή, κυρίως σε χώρες/περιοχές με ανεπτυγμένο βιοτικό επίπεδο.



Εικόνα 4: Οπτική αναπαράσταση του μοντέλου FTTN.

Πηγή:

<https://www.nbnco.com.au/content/dam/nbnco2/documents/fttn-construction-fact-sheet.pdf>

Με την τμηματική αλλαγή των χάλκινων καλωδίων σε οπτικές ίνες, το σήμα μετατρέπεται από αναλογικό σε ψηφιακό, την ώρα που διασχίζει την οπτική ίνα, και ξαναγίνεται αναλογικό, την στιγμή που εξέρχεται απ'την οπτική ίνα και εισέρχεται στο χάλκινο καλώδιο. Εγκαθιστώντας ένα gateway στο καφάο τα VDSL σήματα μετατρέπονται σε παλμούς φωτός που μπορούν να μεταδωθούν μέσω των οπτικών ινών. Η εταιρία λαμβάνει αυτούς του παλμούς μέσω των οπτικών ινών, και ανταποκρίνεται στέλνοντας δεδομένα πίσω στο κουτί σύνδεσης. Το gateway μετατρέπει τα δεδομένα που έλαβε σε αναλογικό σήμα και ξεκινά η δρομολόγησή τους προς το modem του πελάτη μέσω των χάλκινων καλωδίων. Όλη αυτή η διαδικασία εξαλείφει το πρόβλημα της περιορισμένης απόστασης και καθιστά τις μεγαλών αποστάσεων συνδέσεις VDSL εφικτές. [12]

## 5.2 VDSL2

Πρόκειται για την βελτιωμένη έκδοση της τεχνολογίας VDSL. Η σημαντικότερη διαφορά με την προγενέστερη έκδοση

είναι πως η VDSL2 λειτουργεί σε διαφορετική συχνότητα (περίπου 30MHz) για να μπορεί να παράγει υπερβολικά υψηλό bandwidth. Ο τρόπος λειτουργίας της είναι ίδιος με τον πρόγονό της, μέσω των ήδη υπαρχόντων χάλκινων καλώδιων του τηλεφωνικού δικτύου.

Το VDSL2 εξαρτάται άμεσα από την απόσταση που καλείται να καλύψει. Σε αποστάσεις που μπορεί να επιτύχει το μέγιστο bandwidth(300μ.), οι ταχύτητες τόσες για το download όσο και για το upload μπορεί να ξεπεράσουν τα 100 Mbps.

Υπάρχει πληθώρα υπηρεσιών όπου μπορούν να επωφεληθούν απ'τις γρήγορες ταχύτητες του VDSL2. Οι ταχύτητες αυτές επιτρέπουν στις υπηρεσίες να έχουν μια γρήγορη,σταθερή και χωρίς διακοπές σύνδεση όποτε το χρειάζονται. Παρακάτω παραθέτονται οι πιο γνωστές υπηρεσίες που επωφελούνται κατά το μέγιστο απ'τη χρήση VDSL2.

*Υψηλής ευκρίνειας τηλεόραση:* Εφόσον η HDTV μεταδίδεται μέσω ψηφιακού σήματος, συνήθως χρησιμοποιείται σύνδεση μέσω καλωδίου. Η καλύτερη επιλογή είναι η χρήση VDSL2 όπου θα προσφέρει μεταδόσεις χωρίς παράσιτα και διακοπές.

*Τηλεφωνικές Υπηρεσίες:* Οι παραδοσιακές τηλεφωνικές γραμμές μπορούν και αυτές να επωφεληθούν από τις υψηλές ταχύτητες του VDSL2, παρέχοντας κρυστάλλινες και υψηλής ποιότητας κλήσεις. Εδώ αξίζει να σημειθεί πως ουσιαστική διαφορά θα

παρατηρηθεί μόνο εαν και οι 2 πλευρές την κλήσεις χρησιμοποιούν VDSL2.

*Πρωτοκόλλα Voice over Internet:* Ακόμα μια υπηρεσία που επωφελείται απο το VDSL2, και πιο συγκεκριμένα απο τα ταχύτατα ψηφιακά σήματα που μεταδίδει. Η ποιότητα του ήχου βελτιώνεται αισθητά, ενώ οι καθυστερήσεις μειώνονται σε ικανοποιητικό βαθμό.

Το VDSL2 είναι μια πολύ καλή επιλογή αναφορικά των υψηλών ταχυτήτων του. Επομένως, παρέχει κάποια πλεονεκτήματα στους χρήστες του. Τα σημαντικότερα εξ αυτών είναι:

**Υπηρεσίες VoIP:** Οι υπηρεσίες που παρέχονται με το VoIP εκμεταλλεύονται στο έπακρο την VDSL2 τεχνολογία. Η σύνδεση είναι εύκολα υλοποιήσιμη και πολλές γραμμές μπορούν να εγκατασταθούν στην ίδια σύνδεση. Είναι ιδανικό για εταιρίες που χρειάζονται πολλαπλές VoIP συνδέσεις για να μειώσουν τις τηλεφωνικές γραμμές.

**Γρήγορη, συνεχόμενη σύνδεση:** Η γρήγορες ταχύτητες που παρέχονται τόσο στο upload όσο και στο download είναι κατάλληλες για σχεδόν οποιαδήποτε εργασία επιθυμεί ο χρήστης.

**Πρόσβαση σε Server:** Χάρη στην χωρίς διακοπές σύνδεση που προσφέρει η VDSL2, η δημιουργία server σε αποστάσεις που καλύπτει η τεχνολογία είναι πλέον εφικτή. Αυτό είναι ιδανικό

για εταιρίες όπου θέλουν να έχουν τους δικούς τους προσωπικούς servers για τους πελάτες ή εργαζόμενους τους.

Απ'την αντίθετη πλευρά, η VDSL2 είναι μια αρκετά νέα τεχνολογία, που συνεχώς εξελισσέται. Αυτό συνεπάγεται πως υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα σε αυτήν. Τα κυριότερα είναι τα εξής:

**Ανικανότητα χειρισμού πολλών συνδέσεων:** Όσο αυξάνεται ένα site, τόσο αυξάνονται οι συνδέσεις στον server του. Όταν τα αιτήματα για σύνδεση φτάσουν να είναι χιλιάδες, η ταχύτητα των εκάστοτε συνδέσεων μειώνεται δραστικά. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται τεχνολογία με υψηλότερες ταχύτητες απο αυτές του VDSL2.

**Η απόδοση εξαρτάται άμεσα απο την απόσταση:** Μπορεί σε γεωγραφικά όρια να παίρνουμε τις μέγιστες δυνατές ταχύτητες απο μια VDSL2 σύνδεση, το γεγονός όμως ότι εξαρτάται τόσο άμεσα απο την απόσταση του παρόχου, δημιουργεί προβλήματα ειδικά οταν σε συγκεκριμένες αποστάσεις έχει απελπιστικά χαμηλές ταχύτητες. [13]

### **5.3 Ανάγκη αναβάθμισης απο ADSL σε VDSL**

Μέχρι πρότεινος το ADSL ήταν η πιο διαδεδομένη τεχνολογία και αναμφισβήτητα ο “βασιλιάς” των αγορών στις DSL κατηγορίες. Αυτό φυσικά δεν ήταν παράλογο, μιας και

μπορούσε να προσφέρει τόσα πολλά, καλύπτοντας τις περισσότερες(αν όχι όλες) ανάγκες των καταναλωτών.

Τον τελευταίο καιρό όμως, διακρίνουμε την τεχνολογία VDSL να μπαίνει όλο και περισσότερο στα σπίτια των καταναλωτών. Η VDSL πλέον θεωρείται η καλύτερη τεχνολογία DSL, και όχι άδικα. Τί είναι αυτό όμως που ωθεί τους καταναλωτές να επιζητούν την αναβάθμιση του δικτύου τους;

Πρώτα απ'όλα, οι ανάγκες των καταναλωτών έχουν αλλάξει. Η ανάγκη της μεγαλύτερης απόστασης δεν υπάρχει πλέον, μιας και η ραγδαία ανάπτυξη των repeaters και ενισχυτών έχει καταφέρει σχεδόν να εξαλείψει αυτόν τον περιορισμό. Επομένως, ο καταναλωτής στρέφεται στην βελτίωση της ταχύτητας του δικτύου του. Μα γιατί χρειάζονται μεγαλύτερες ταχύτητες; Τί είναι αυτό που άλλαξε μέσα σε τόσο λίγα χρόνια;

Όσο ραγδαία εξελίσσεται η τεχνολογία, άλλο τόσο ραγδαία εξελίσσονται και οι υπηρεσίες της. Υπηρεσίες όπως το streaming, data mining, HDTV, ακόμα και πιο επαγγελματικές υπηρεσίες όπως η διατήρηση server, στάθερη και άμεση πρόσβαση σε online cloud δεδομένων, απαιτούν υψηλές ταχύτητες και σημαντικότερα μια συνεχόμενη σύνδεση. Η ανάγκη του να είσαι μόνιμα συνδεδεμένος, είτε με άλλους χρήστες, είτε με παρεχόμενες υπηρεσίες, είναι ο κυριότερος

λόγος που οδήγησε σε αυτό το μαζικό κύμα αναβάθμισης τεχνολογίας.

*ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: <ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ  
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ>*

---

Παρακάτω παρατίθεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με όλες τις τεχνολογίες DSL που αναφέρθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια. Παρέχονται σύντομες και ενδεικτικές πληροφορίες σχετικά με τα βασικά χαρακτηριστικά τους, καθώς και τις εφαρμογές τους. [14]

<b>Τεχνολογία DSL</b>	<b>Μέγιστη Ταχύτητα Downstream</b>	<b>Μέγιστη Ταχύτητα Upstream</b>	<b>Απόσταση</b>	<b>Απαιτούμενα καλώδια</b>	<b>Υποστηρίζει τηλεφωνική γραμμή;</b>	<b>Εφαρμογές</b>
HDSL	1,5 Mbps	2 Mbps	3600 μ.	2	OXI	Συνδέει τον server με την τηλεφωνική εταιρία
SDSL	1,5 Mbps	2 Mbps	6700 μ.	1	OXI	Παρόμοιες με του HDSL
RADSL	2,2 Mbps	1Mbps	5500 μ.	1	ΝΑΙ	Παρόμοιες με του ADSL
IDSL	128 Kbps	128 Kbps	10500 μ.	1	OXI	Παρόμοιες με το ISDN, αλλά μόνο για δεδομένα. Δεν υποστηρίζει ήχο στην ίδια γραμμή.
ADSL	6,1 Mbps	640 Kbps	5500 μ.	1	ΝΑΙ	Πρόσβαση στο Ίντερνετ, video on demand



VDSL	52 Mbps	16 Mbps	1200 μ.	1	ΝΑΙ	HDTV, υπηρεσίες VoIP
------	---------	---------	---------	---	-----	-------------------------

*Πίνακας 1: Συγκενρωτικός πίνακας τεχνολογιών DSL.*

## *ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: <ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ DSL>*

---

## **7.1 Ιστορικά Στοιχεία**

Η Ελλάδα για πάρα πολλά χρόνια, και συγκεκριμένα απο το 1990 μέχρι το 2003, βασιζόταν σε τεχνολογίες ISDN/PSTN για την παροχή τηλεφωνικών υπηρεσιών αλλά και πρόσβασης στο Ιντερνετ. Το 2003, ο επίσημος φορέας τηλεπικοινωνιών στην Ελλάδα, **ΟΤΕ**, έφερε το ADSL στην χώρα, παρουσιάζοντάς το μέσω μιας τηλεοπτικής διαφήμισης. Πλέον οι κύριες τεχνολογίες DSL που συναντούνται είναι οι ADSL2+ και VDSL2. Τα τελευταία χρόνια, έχει γίνει μια μεγάλη προσπάθεια εγκατάστασης οπτικών ινών σε όλη τη χώρα, με μέρος της κινητοποίησης αυτής να έχει σχεδόν ολοκληρωθεί.

## **7.2 Στατιστικά**

Ακολουθούν κάποια στατιστικά στοιχεία σε θέματα που περικλύουν το Ίντερνετ στην Ελλάδα. Αξίζει να σημειωθεί πως τα παρακάτω στοιχεία προέρχονται απο την εθνική στατιστική υπηρεσία, σε έρευνα που έγινε το 2012. Πιθανώς κάποια στοιχεία απο αυτά να αποκλίνουν απο τα σημερινά δεδομένα.

Στην Ελλάδα, υπάρχουν περίπου 6 εκατομμύρια χρήστες του Ίντερνετ, νούμερο που αγγίζει το 24% του πληθυσμού της. Τα νούμερα αυτά την κατατάσσουν στην 52η θέση της παγκόσμιας κατάταξης σε ότι αφορά

την αναλογία πληθυσμού/χρηστών Ίντερνετ. Ύπαρχουν 2,5 εκατομμύρια συνδρομές DSL, που κατατάσσει την Ελλάδα στην 32η θέση παγκοσμίως. Στην Ελλάδα συναντάμε 23 ISPs. Ο πρώτος Internet Service Provider ήταν ο Δημόκριτος. [15]

Αναφορικά με τις ταχύτητες στο Ίντερνετ, η Ελλάδα βρίσκεται στο νούμερο 69 της παγκόσμιας κατάταξης, με ταχύτητες που δεν ξεπερνούν κατά μέσο όρο τα 6,9 Mbps. Πιο συγκεκριμένα, συνδέσεις με ταχύτητες άνω των 10Mbps αντιπροσωπεύουν μόλις το 10,2%, ενώ η πλειοψηφία των συνδέσεων δε ξεπερνάει τις ταχύτητες των 4Mbps. Πρόκειται για μια αρνητική πρωτιά για την χώρα, καθώς έχει τις χαμηλότερες ταχύτητες σε όλη την ευρώπη. [16]

### **7.3 Πάροχοι, ταχύτητες και κόστος**

Στην Ελλάδα οι σημαντικότεροι πάροχοι DSL και αυτοί που έχουν τις περισσότερες επιρροές στην αγορά είναι οι εξής:

- ΟΤΕ( πλέον έχει την επωνομασία COSMOTE)
- hol ( Συνενώθηκε με την Vodafone)
- Cyta
- Forthnet
- WIND

Σχετικά με τις ταχύτητες, οι παραπάνω πάροχοι υπηρεσιών παρέχουν ταχύτητες ADSL μέχρι τα 24 Mbps και ταχύτητες VDSL μέχρι και 50 Mbps.

Παρακάτω παραθέτονται τα διαθέσιμα πακέτα κάθε εταιρίας μαζί με την μηνιαία τιμή που οφείλουν να καταβάλλουν οι καταναλωτές.

ADSL:

- Cosmote: 35€
- hol: 28€
- Cyta: 23€
- forthnet: 18€
- WIND: 20€

VDSL:

- Cyta: 35€
- WIND: 35€
- hol: 33€
- Cosmote: 47€
- forthnet: 30€ [17]

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_subscriber\\_line#History](https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_subscriber_line#History)
- [2] <http://www.thenetworkencyclopedia.com/entry/high-bit-rate-digital-subscriber-line-hdsl/>
- [3] [https://en.wikipedia.org/wiki/High\\_bit\\_rate\\_digital\\_subscriber\\_line\\_2](https://en.wikipedia.org/wiki/High_bit_rate_digital_subscriber_line_2)
- [4] <https://www.techopedia.com/definition/5390/symmetric-digital-subscriber-line-sdsl>
- [5] [https://www.weonline.com/web/en/passive\\_components\\_custom\\_magnetics/blog\\_pbcm/blog\\_detail\\_electronics\\_in\\_action\\_8339\\_1.php](https://www.weonline.com/web/en/passive_components_custom_magnetics/blog_pbcm/blog_detail_electronics_in_action_8339_1.php)
- [6] <https://www.globenetcorp.com/blog/radsl-adaptable-dsl-technology/>
- [7] <https://searchnetworking.techtarget.com/definition/IDSL>
- [8] <https://el.wikipedia.org/wiki/ADSL>
- [9] <https://www.comparebroadband.com.au/broadband-articles/adsl1-id13/what-s-the-difference-between-adsl-adsl2-and-adsl2-broadband-id205/>

[10] <https://www.whistleout.com.au/Broadband/Guides/adsl2-plus-everything-you-need-to-know>

[11] <https://en.wikipedia.org/wiki/VDSL>

[12] <http://www.tech-faq.com/vdsl.html>

[13] <http://www.tech-faq.com/vdsl2.html>

[14] <https://www.coursehero.com/file/p5mh23v/RADSL-RADSL-Rate-Adaptive-DSL-is-an-ADSL-technology-from-Westell-in-which/>

[15] [https://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_in\\_Greece](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_in_Greece)

[16] <https://www.altsantiri.gr/tecnologia/argos-tachytites-internet-stin-ellada-stin-69i-thesi-tis-pagkosmias-katataxis/>

[17] *Οι πληροφορίες αντλήθηκαν από τα εκάστοτε επίσημα site της*

κ

ά

θ

ε

ε

τ

α

ι

ρ

ε

ί

α