



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ

ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

ΔΙΚΤΥΑ FTTH

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΤΑΓΚΑΛΟΣ

A.M. 1047077

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	I
ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1 ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ.....ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.	
1.2 ΤΥΠΟΙ ΔΙΚΤΥΩΝ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ	5
2.1 ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ	5
2.2 ΧΑΛΚΙΝΑ ΚΑΛΩΔΙΑ.....	6
2.3 ΟΠΤΙΚΗ ΙΝΑ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ FIBER TO THE X (FTTx)	15
3.1 ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ	15
3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	18
3.3 ΟΠΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	20
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	225

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

LAN = Local Area Network

MAN = Area Network

WAN = Wide Area Network

POF = Plastic Optical Fiber

FTTD = Fiber To The Desktop

FTTx = Fiber To The x

FTTB = Fiber To The Building

FTTN = Fiber To The Node

FTTCab = Fiber To The Cabinet

FTTH = Fiber To The Home

FTTC = Fiber To The Curb

FTTK = Fiber To The Kerb

FTTP = Fiber To The Premises

ADSL = Asymmetric Digital Subscriber Line

VDSL = Very high speed Digital Subscriber Line

IPTV = Internet Protocol Television

DSLAM = Digital Subscriber Line Access Multiplexer

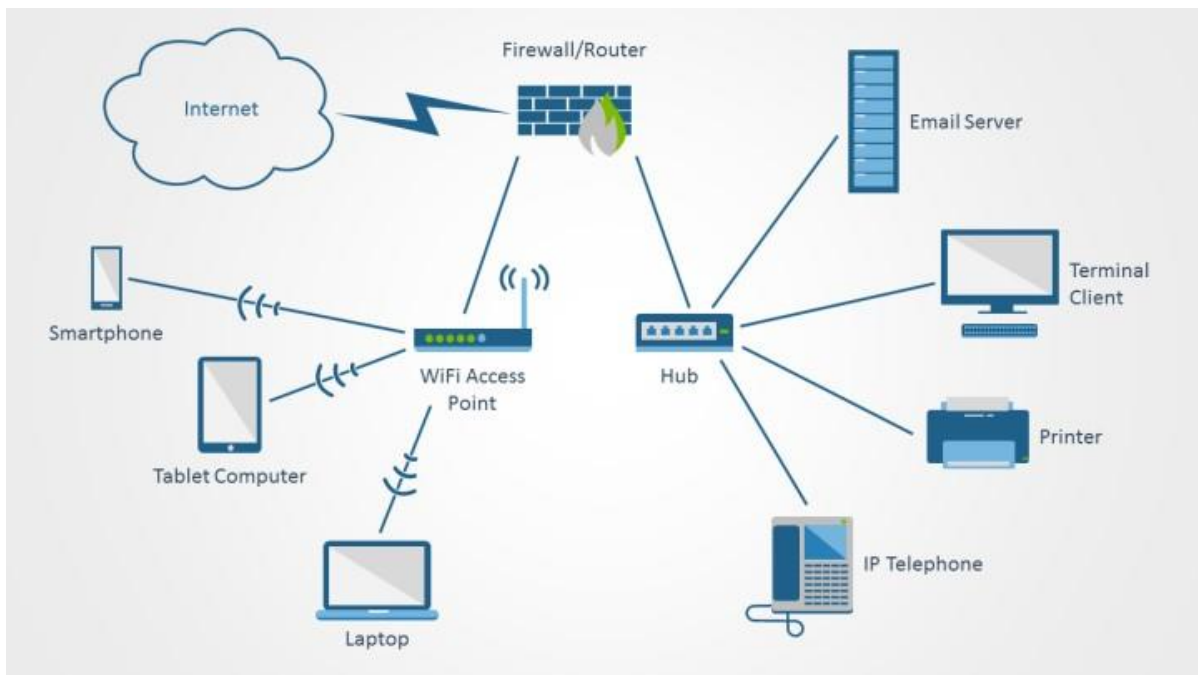
HD = High Definition

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Δίκτυα υπολογιστών

Ένα δίκτυο υπολογιστών είναι ένα δίκτυο ψηφιακών τηλεπικοινωνιών που επιτρέπει το διαμοιρασμό των πόρων μεταξύ των κόμβων. Στα δίκτυα υπολογιστών, οι υπολογιστικές συσκευές ανταλλάσσουν δεδομένα μεταξύ τους χρησιμοποιώντας συνδέσεις μεταξύ κόμβων. Αυτές οι συνδέσεις δεδομένων δημιουργούνται μέσω καλωδιακών μέσων όπως χάλκινα καλώδια, καλώδια οπτικών ινών ή ασύρματα μέσα όπως το Wi-Fi.

Κόμβοι δικτύου ονομάζονται οι συσκευές δικτύου οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία, τη δρομολόγηση και τον τερματισμό των δεδομένων. Οι κόμβοι αναγνωρίζονται γενικά από διευθύνσεις δικτύου και μπορούν να περιλαμβάνουν κεντρικούς υπολογιστές, όπως προσωπικούς υπολογιστές, τηλέφωνα και διακομιστές, καθώς και υλικό δικτύωσης, όπως δρομολογητές και διακόπτες. Δύο τέτοιες συσκευές μπορούν να θεωρηθούν ότι είναι συνδεδεμένες σε δίκτυο όταν μια συσκευή είναι σε θέση να ανταλλάσσει πληροφορίες με την άλλη συσκευή, ανεξάρτητα από το αν έχουν άμεση σύνδεση μεταξύ τους.



Ένα απλό διάγραμμα δικτύου υπολογιστών

[https://cdn.shapechef.com/graphics-and-templates/computernetwork-
icons-screenshot.v1.jpg](https://cdn.shapechef.com/graphics-and-templates/computernetwork-icons-screenshot.v1.jpg)

Τα δίκτυα υπολογιστών υποστηρίζουν έναν τεράστιο αριθμό εφαρμογών και υπηρεσιών, όπως πρόσβαση στο World Wide Web, ψηφιακό βίντεο, ψηφιακό ήχο, κοινή χρήση διακομιστών εφαρμογών και αποθήκευσης, εκτυπωτές, συσκευές φαξ, χρήση εφαρμογών ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και άμεσων μηνυμάτων καθώς και πολλών άλλων. Τα δίκτυα υπολογιστών διαφέρουν στο μέσο μετάδοσης που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά των σημάτων τους, πρωτόκολλα επικοινωνίας για την οργάνωση της κίνησης του δικτύου, το μέγεθος του δικτύου, την τοπολογία και τον μηχανισμό ελέγχου κυκλοφορίας. Το πιο γνωστό δίκτυο υπολογιστών είναι το Διαδίκτυο[1].

1.2 Τύποι δικτύων

Τα δίκτυα χαρακτηρίζονται ανάλογα με τον φυσικό μέσο διασύνδεσης ως ενσύρματα ή ασύρματα, ανάλογα με τον τρόπο πρόσβασης ως δημόσια ή ιδιωτικά και βάσει γεωγραφικής κάλυψης όπως παρακάτω.

Τοπικά Δίκτυα: Ένα τοπικό δίκτυο ή LAN (Local Area Network) είναι ένα δίκτυο υπολογιστών για διασύνδεση υπολογιστών σε περιορισμένο χώρο, από υπολογιστές που βρίσκονται σε μία κατοικία μέχρι και υπολογιστές που βρίσκονται σε απόσταση μερικών χιλιομέτρων. Μερικά παραδείγματα τοπικών δικτύων είναι το δίκτυο της πανεπιστημιούπολης του Πανεπιστημίου Πατρών, το δίκτυο σε ένα κτήριο γραφείων και άλλα[2].

Μητροπολιτικά Δίκτυα: Τα μητροπολιτικά δίκτυα ή MAN είναι δίκτυα υπολογιστών τα οποία συνδέουν τους χρήστες μεταξύ τους σε μία γεωγραφική περιοχή και γενικότερα σε περιοχές μεγαλύτερες από την έκταση ενός μεγάλου τοπικού δικτύου (LAN), αλλά μικρότερες από αυτές που καλύπτονται από ένα δίκτυο ευρείας περιοχής (WAN)[4]. Ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη διασύνδεση πολλών τοπικών δικτύων σε μια μητροπολιτική περιοχή μέσω της χρήσης συνδέσεων από σημείο σε σημείο και έχει εύρος λειτουργίας από 5 έως 50 χιλιόμετρα. Τα δίκτυα MAN χρησιμοποιούνται συχνά για να ενώσουν πολλά μικρότερα δίκτυα LAN και η εμβέλειά τους είναι επαρκής για μια ομάδα γειτονικών γραφείων μιας εταιρείας ή ακόμα και μία ολόκληρη πόλη[3].

Ευρείας περιοχής Δίκτυα: Ένα δίκτυο ευρείας περιοχής (WAN) είναι οποιοδήποτε τηλεπικοινωνιακό δίκτυο ή δίκτυο υπολογιστών που εκτείνεται σε μεγάλη γεωγραφική απόσταση καλύπτοντας μεγάλες γεωγραφικές περιοχές. Τα δίκτυα ευρείας περιοχής χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση δικτύων διαφορετικών πόλεων μέχρι μιας ολόκληρης ηπείρου με χρήση τηλεφωνικών δικτύων και τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων[4].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΣΑ

ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

2.1 Μέσα μετάδοσης δικτύων

Η μετάδοση δεδομένων (επίσης γνώστη ως επικοινωνία δεδομένων ή ψηφιακή επικοινωνία) είναι η μεταφορά δεδομένων ενός ψηφιακού bitstream ή ενός ψηφιοποιημένου αναλογικού σήματος μέσω ενός καναλιού επικοινωνίας από σημείο σε σημείο ή από ένα σημείο σε πολλαπλά. Τα συρμάτινα καλώδια χαλκού, τα καλώδια οπτικών ινών, τα ασύρματα κανάλια επικοινωνίας, ορισμένα μέσα αποθήκευσης και οι δίαυλοι δεδομένων των υπολογιστών αποτελούν παραδείγματα τέτοιων καναλιών επικοινωνίας.

Τα καλώδια αποτελούν υλικό δικτύωσης που χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση μίας συσκευής δικτύου με άλλες συσκευές στο ίδιο δίκτυο ή για τη σύνδεση δύο ή περισσότερων υπολογιστών μεταξύ τους ώστε να μοιράζονται άλλες συσκευές όπως εκτυπωτές, σαρωτές κ.λπ. Διαφορετικοί τύποι καλωδίων δικτύου, όπως το ομοαξονικό καλώδιο, καλώδιο οπτικών ινών και τα καλώδια συνεστραμμένου ζεύγους χρησιμοποιούνται ανάλογα με το φυσικό στρώμα, την τοπολογία και το μέγεθος του δικτύου. Οι συσκευές μπορούν να βρίσκονται σε απόσταση μερικών μέτρων ή και σχεδόν σε απεριόριστες αποστάσεις.

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για συνδέσεις δικτύου. Τα καλώδια διανομής συνδέουν σημεία που απέχουν μικρή απόσταση και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται σε γραφεία και

στις ντουλάπες (καλωδίων). Εντός ενός κτηρίου, οι συνδέσεις της εγκατάστασης του ηλεκτρικού ρεύματος χρησιμοποιούν συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων ή ομοαξονικό καλώδιο. Το καλώδιο οπτικών ινών χρησιμοποιείται για μεγάλες αποστάσεις ή για εφαρμογές που απαιτούν υψηλό εύρος ζώνης ή ηλεκτρική μόνωση. Σε ορισμένες οικιακές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις οι γραμμές παροχής ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται επίσης για την δικτύωση της[5].

2.2 Χάλκινα καλώδια

Ο χαλκός έχει χρησιμοποιηθεί στην ηλεκτρική καλωδίωση από την εφεύρεση του ηλεκτρομαγνήτη και του τηλέγραφου στη δεκαετία του 1820. Η εφεύρεση του τηλεφώνου το 1876 δημιούργησε περαιτέρω ζήτηση για σύρμα χαλκού ως ηλεκτρικό αγωγό.



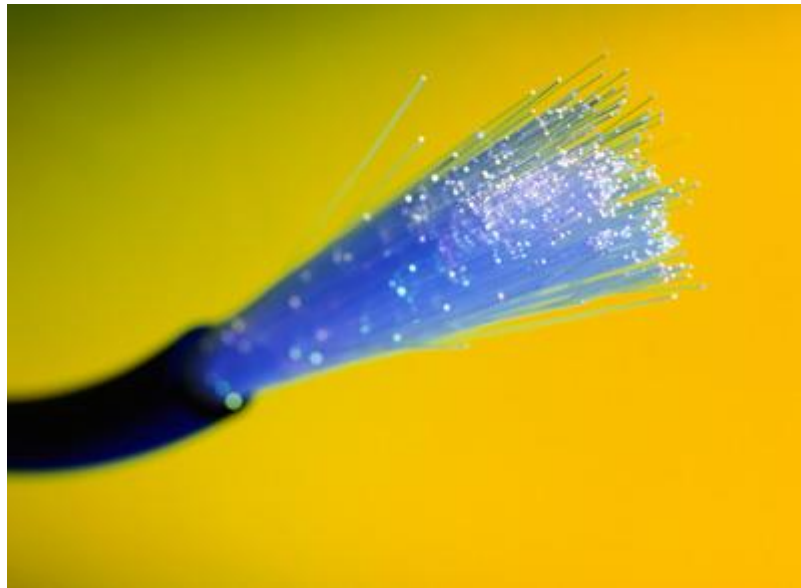
«Γυμνά» καλώδια χαλκού

https://www.bronmetal.com/datos/productos_img/foto_redim41/cablesco bre.jpg

Ο χαλκός αποτελεί τον πιο συνηθισμένο ηλεκτρικό αγωγό έχοντας εφαρμογή στα περισσότερα ηλεκτρικά καλώδια. Το σύρμα του χρησιμοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη μετάδοση ισχύος, τη διανομή ισχύος, τις τηλεπικοινωνίες, τα ηλεκτρονικά κυκλώματα και σε αμέτρητους τύπους ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.

Ο χαλκός και τα κράματά του χρησιμοποιούνται επίσης για την κατασκευή ηλεκτρικών επαφών, με την ηλεκτρική καλωδίωση στα κτίρια είναι η πιο σημαντική αγορά για τη βιομηχανία χαλκού. Σχεδόν το ήμισυ του συνόλου εξόρυξης χαλκού χρησιμοποιείται για την κατασκευή ηλεκτρικών αγωγών και καλωδίων[6].

2.3 Οπτική ίνα



Καλώδιο οπτικών ινών

<https://s.hswstatic.com/gif/top-5-myths-about-google3.jpg>

Η οπτική ίνα είναι μια εύκαμπτη, διαφανής ίνα κατασκευασμένη από γυαλί ή πλαστικό σε διάμετρο ελαφρώς μεγαλύτερη από αυτή της ανθρώπινης τρίχας[7]. Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται συχνότερα ως μέσο μετάδοσης του φωτός μεταξύ των δύο άκρων της ίνας και βρίσκουν ευρεία χρήση στις επικοινωνίες οπτικών ινών, όπου επιτρέπουν τη μετάδοση σε μεγαλύτερες αποστάσεις και με πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες μετάδοσης από τα ηλεκτρικά καλώδια.

Οι ίνες χρησιμοποιούνται αντί των μεταλλικών καλωδίων λόγω μεγαλύτερης αξιοπιστίας, καθώς μεταφέρουν το σήμα πληροφορίας με λιγότερες απώλειες. Επιπλέον, οι ίνες είναι θωρακισμένες σε παρεμβολές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, ένα πρόβλημα στο οποίο τα μεταλλικά καλώδια είναι αρκετά ευάλωτα.

Τα καλώδια οπτικών ινών αποτελούνται από ένα πυρήνα και ένα στρώμα επένδυσης, το οποίο βοηθά να επιτευχθεί ολική εσωτερική ανάκλαση λόγω της διαφοράς του δείκτη διάθλασης μεταξύ των δύο[7]. Αυτή η επίστρωση προστατεύει την ίνα από βλάβες, αλλά δεν συμβάλλει στις ιδιότητές της οπτικής κυματοδηγού. Οι μεμονωμένες επικαλυμμένες ίνες (ή οι ίνες που σχηματίζονται σε κορδέλες και δέσμες) έχουν ένα σκληρό στρώμα ρητίνης ή έναν κεντρικό σωλήνα γύρω από αυτά για να σχηματίσουν τον πυρήνα του καλωδίου.

Όσον αφορά το καλώδιο, διαφορετικές εφαρμογές απαιτούν διαφορετικές επεκτάσεις στρωμάτων για τη δημιουργία του αρμόζοντος καλωδίου. Σε ορισμένα καλώδια οπτικών ινών τοποθετείται γυαλί απορρόφησης φωτός μεταξύ των ινών, για να εμποδίσουν το φως που διαρρέει από μια ίνα να εισέλθει σε άλλη[7].

Βασικοί τύποι καλωδίων οπτικών ινών:

Γενικά, υπάρχουν τρεις τύποι καλωδίων οπτικών ινών: καλώδιο οπτικών ινών απλού τύπου (single mode), πολλαπλού τύπου (multi mode) και πλαστικές οπτικές ίνες (POF).

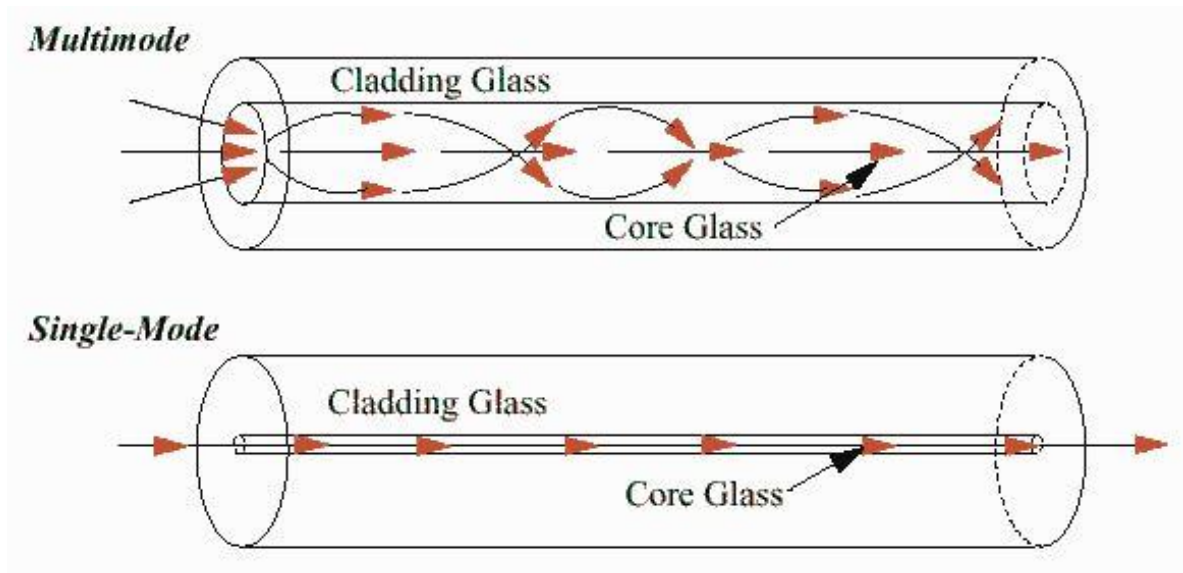
- **Καλώδιο οπτικών ινών απλού τύπου (single mode) ή μονοτροπικές οπτικές ίνες**

Το "mode" στο καλώδιο οπτικών ινών αναφέρεται στη διαδρομή στην οποία ταξιδεύει το φως. Το καλώδιο ίνας απλού τύπου (single mode) έχει μικρότερη διάμετρο μέχρι 10μm και επιτρέπει μόνο ένα μοναδικό μήκος κύματος και μονοπάτι για τη διαδρομή του φωτός, γεγονός που μειώνει αρκετά τις φωτο-αντανακλάσεις και την εξασθένηση του σήματος. Οι οπτικές ίνες απλού τύπου έχουν ελαφρώς αυξημένο κόστος σε σχέση με τις αντίστοιχες ίνες πολλαπλού τύπου, οι οποίες, συνήθως, εφαρμόζονται σε συνδέσεις δικτύων μεγάλου μήκους.

- **Καλώδιο οπτικών ινών πολλαπλού τύπου (multi mode) ή πολυτροπικές οπτικές ίνες**

Οι πολυτροπικές οπτικές ίνες έχουν μεγαλύτερη διάμετρο πυρήνα από αυτή του καλωδίου οπτικής ίνας απλού τύπου, η οποία δίνει τη δυνατότητα για μετάδοση πολλαπλών κυμάτων φωτός σε χωριστά μονοπάτια. Οι οπτικές ίνες πολλαπλού τύπου διατίθενται σε μεγέθη από 50 έως 100 μm, είναι φαρδύτερες από τις απλού τύπου δίνοντας μας τη δυνατότητα να αποστέλλουμε μεγαλύτερο όγκο πληροφορίας. Χρησιμοποιούνται συνήθως για μικρές αποστάσεις, συμπεριλαμβανομένων των εφαρμογών με καλώδια σύνδεσης,

όπως οι Fiber to the desktop (FTTD) ή σε πίνακες διασύνδεσης, στον εξοπλισμό, τα δεδομένα και τις εφαρμογές ήχου ή βίντεο στα δίκτυα LAN[8].



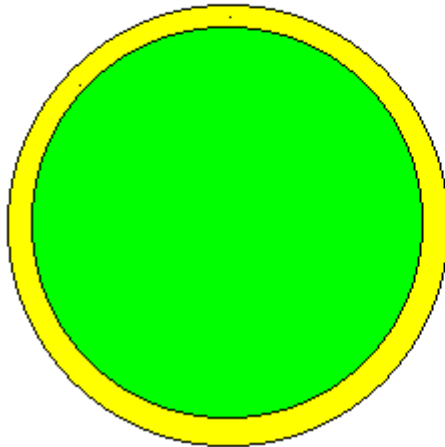
Μονοτροπική και πολυτροπική οπτική ίνα

<https://1cp3v31bcm1lv5jv1crjrq1-wpengine.netdna-ssl.com/wpcontent/uploads/2006/06/single-mode-vs-multimode-FIBERS.jpg>

- **Πλαστική οπτική ίνα (POF)**

Η πλαστική οπτική ίνα είναι οπτική ίνα με τυπική διάμετρο 1mm. Το μεγάλο μέγεθός της, της επιτρέπει να συνδέει εύκολα πολλαπλές πηγές φωτός και συνδέσμους που δεν χρειάζεται να είναι υψηλής ακρίβειας. Είναι πλαστικές, είναι πιο ανθεκτικές και μπορούν να εγκατασταθούν μέσα σε λίγα λεπτά με ελάχιστα εργαλεία και τεχνογνωσία[8]. Η τιμή του πλαστικού οπτικού καλωδίου είναι πιο ανταγωνιστική, καθιστώντας την ως βιώσιμη επιλογή για συνδέσεις desktop LAN και συνδέσεις χαμηλής ταχύτητας.

POF



Glass Fiber



Σύγκριση πλάτους πλαστικής και γυάλινης οπτικής ίνας

http://www.thefoa.org/tech/pof_c.gif

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των οπτικών ινών:

Δεδομένων των πλεονεκτημάτων ταχύτητας και εύρους ζώνης που έχουν οι οπτικές ίνες σε σχέση το χάλκινο καλώδιο, υπάρχουν επίσης μερικά μειονεκτήματα. Παρακάτω παρατίθενται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του καλωδίου οπτικών ινών.

- Πλεονεκτήματα:

- **Μεγαλύτερο εύρος ζώνης & ταχύτερη ταχύτητα**

Το καλώδιο οπτικών ινών υποστηρίζει εξαιρετικά υψηλό εύρος ζώνης και ταχύτητα. Το ποσό των πληροφοριών που μπορούν να μεταδοθούν ανά μονάδα καλωδίου οπτικών ινών είναι το σημαντικότερο πλεονέκτημα.

- **Χαμηλό κόστος**

Καλώδια οπτικών ινών, σε μεγάλα μήκη και αποστάσεις, μπορούν να αποκτηθούν και να εγκατασταθούν με χαμηλότερο κόστος συγκριτικά με τα ισοδύναμα μήκη σύρματος χαλκού. Ο μεγάλος ανταγωνισμός μεταξύ των πωλητών για το μερίδιο αγοράς επιβεβαιώνει ότι η τιμή των οπτικών καλωδίων πρόκειται να πέσει.

- **Είναι λεπτότερα και ελαφρύτερα**

Οι οπτικές ίνες είναι λεπτότερες και μπορούν να παραχθούν σε μικρότερες διαμέτρους από το σύρμα χαλκού. Είναι μικρότερου μεγέθους και ελαφρύτερου βάρους από ένα αντίστοιχο καλώδιο σύρματος χαλκού, προσφέροντας καλύτερη προσαρμογή σε περιπτώσεις που υπάρχει χωρικοί περιορισμοί.

- **Μεγαλύτερη δυνατότητα μετάδοσης πληροφορίας**

Επειδή οι οπτικές ίνες είναι πολύ λεπτότερες από τα σύρματα χαλκού, περισσότερες ίνες μπορούν να συσσωρευτούν σε ένα καλώδιο δεδομένης διαμέτρου. Αυτό επιτρέπει σε περισσότερες τηλεφωνικές γραμμές να μεταβούν στο ίδιο καλώδιο, επομένως παρέχεται η δυνατότητα μεταφοράς μεγαλύτερου όγκου πληροφορίας παράλληλα.

- **Μικρότερη υποβάθμιση του σήματος**

Η απώλεια του σήματος στην οπτική ίνα είναι μικρότερη από αυτή του σύρματος χαλκού.

- **Σήματα φωτός**

Σε αντίθεση με τα ηλεκτρικά σήματα που μεταδίδονται σε σύρματα χαλκού, τα φωτεινά σήματα από μία ίνα δεν παρεμβαίνουν σε αυτά άλλων ιών που περιέχονται στο ίδιο καλώδιο. Από αυτό συνεπάγεται ότι η μετάδοση γίνεται με πιο αποδοτικό τρόπο.

- **Μεγάλη διάρκεια ζωής**

Οι οπτικές ίνες έχουν συνήθως διάρκεια ζωής πάνω από 100 χρόνια σε σχέση με τα καλώδια χαλκού που είναι 20-30 χρόνια λειτουργίας[9].

- **Μειονεκτήματα:**

- **Περιορισμένη εφαρμογή**

Το καλώδιο οπτικών ιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο στο έδαφος, επομένως δεν είναι κατάλληλο για να λειτουργήσει με την κινητή επικοινωνία.

- **Χαμηλή ενέργεια**

Οι πηγές εκπομπής φωτός περιορίζονται σε χαμηλή ισχύ. Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν μεγάλοι πομποί ισχύος για τη βελτίωση της τροφοδοσίας, η χρήση τους επιφέρει επιπλέον κόστος.

- **Ευθραυστότητα**

Τα καλώδια οπτικών ιών είναι πιο εύθραυστα και πιο ευάλωτα σε βλάβες σε σχέση με τα συρμάτινα[7].

- **Απόσταση**

Η απόσταση μεταξύ του πομπού και του δέκτη πρέπει να διατηρείται μικρή, αλλιώς χρειάζονται repeaters για την ενίσχυση του σήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ FIBER TO THE X (FTTX)

Το Fiber to the x (FTTX) είναι ένας γενικός όρος για οποιαδήποτε αρχιτεκτονική ευρυζωνικού δικτύου που χρησιμοποιεί οπτικές ίνες για την παροχή του συνόλου ή μέρους του τοπικού βρόχου που χρησιμοποιείται για τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες. Καθώς τα καλώδια οπτικών ινών είναι σε θέση να μεταφέρουν πολύ περισσότερα δεδομένα από τα καλώδια χαλκού, ειδικά σε μεγάλες αποστάσεις, τα χάλκινα τηλεφωνικά δίκτυα που χτίστηκαν τον 20ο αιώνα αντικαθίστανται από ίνες.

Οι αυξανόμενες απαιτήσεις για όλο και μεγαλύτερες ταχύτητες σύνδεσης στο διαδίκτυο οδήγησαν στην αναζήτηση λύσεων δικτύων οπτικών ινών. Οι υπηρεσίες υψηλής ταχύτητας αλλάξαν τα δεδομένα για εφαρμογές όπως η σύνδεση στο διαδίκτυο για επιχειρήσεις, η ασφαλής επικοινωνία για ομοσπονδιακά δίκτυα, η προστασία από θόρυβο για βιομηχανικά περιβάλλοντα, streaming video και online gaming για οικιακούς χρήστες.

Μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες εφαρμογές είναι οι υπηρεσίες Fiber to the Home (FTTH), αλλά υπάρχουν πολλές άλλες εφαρμογές δικτύου και υπηρεσιών. Οι οπτικές ίνες μπορούν να εγκατασταθούν απευθείας σε κτίρια (FTTB), γραφεία (FTTD), κόμβους

(FTTN) και πολλά άλλα, υποστηρίζοντας ένα ευρύ φάσμα χρηστών που μπορούν να επωφεληθούν από την ασφαλή σύνδεση υψηλής ταχύτητας που προσφέρει το δίκτυο οπτικών ινών.

3.1 Βασικοί τύποι

Με τον όρο Fiber To The x εννοούμε την όποια τεχνολογία δικτύου χρησιμοποιεί οπτικές ίνες (optical fiber) σε αντικατάσταση των συνήθων χάλκινων τοπικών βρόχων. Η εφαρμογή πήρε την ονομασία Fiber To The x με το γράμμα «x» να υποδεικνύει την απόσταση μεταξύ του καταληκτικού σημείου της οπτικής ίνας και του χρήστη του δικτύου[11].

Υπάρχουν τέσσερεις βασικές υποκατηγορίες ανάλογα με το που τερματίζουν στον συνδρομητή όπως φαίνονται παρακάτω:

- **Fiber to the node / neighborhood (FTTN) / Fiber to the cabinet (FTTCab)**

Με την χρήση FTTN (node or neighborhood) ή FTTC(cabinet) η ίνα τερματίζει στην τηλεπικοινωνιακή καμπίνα που εξυπηρετεί μια γειτονιά και ο συνδρομητής συνδέεται με ομοαξωνικό ή δισύρματο καλώδιο. Η περιοχή κάλυψης έχει ακτίνα συνήθως μικρότερη των 1500 μέτρων και μπορεί να εξυπηρετήσει εκατοντάδες συνδρομητές. Η υλοποίηση αυτή είναι πιο οικονομική χρησιμοποιώντας την προϋπάρχουσα υποδομή προς τον τελικό συνδρομητή, αλλά η υποστηριζόμενη ταχύτητα επηρεάζεται από την απόσταση και το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται, καθώς και το bandwidth που προσφέρεται.

- **Fiber to the curb (FTTC) / Fiber to the kerb (FTTK)**

Αποτελεί παραλαγή και τοποθετείται πιο κοντά στον συνδρομητή από το FTTN αλλά και αυτό αντιμετωπίζει τα προβλήματα ταχύτητας του FTTN μιας και χρησιμοποιεί και αυτό το last mile (καλώδιο χαλκού) του συνδρομητή.

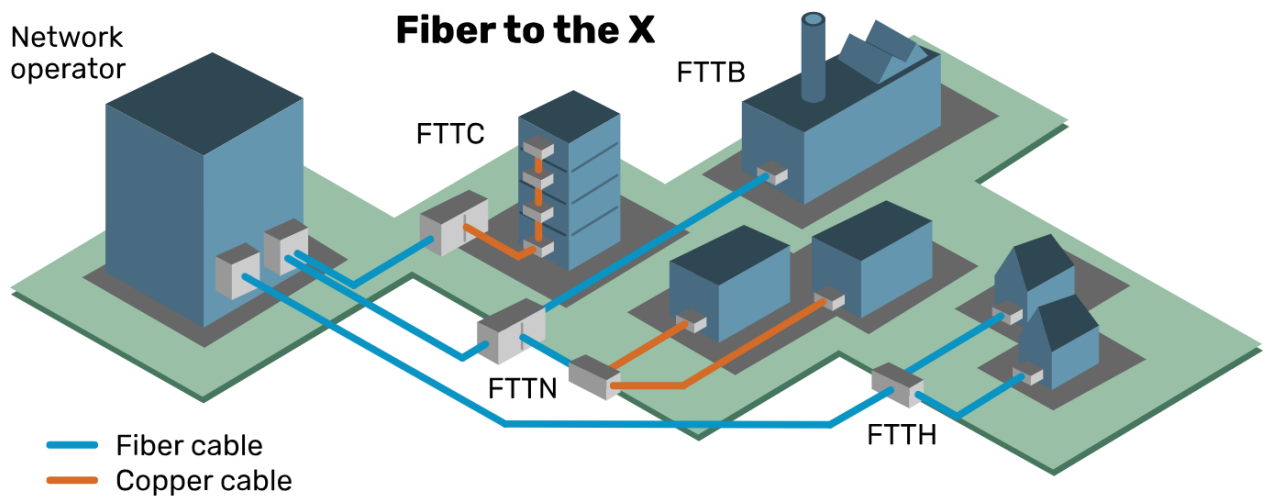
- **Fiber to the building (FTTB)**

Οι ίνες φτάνουν εντός του κτιρίου, όπως το υπόγειο σε μια πολυκατοικία, με την τελική σύνδεση με τον επιμέρους χώρο να γίνεται μέσω εναλλακτικών μέσων, παρόμοια με τις τεχνολογίες συγκράτησης ή πόλων.

- **Fiber to the home (FTTH)**

Οι ίνες φτάνουν στα όρια του χώρου διαβίωσης, όπως ένα κουτί στο εξωτερικό ενός σπιτιού. Τα παθητικά οπτικά δίκτυα και το point-to-point Ethernet είναι αρχιτεκτονικές που είναι ικανές να παρέχουν υπηρεσίες «triple play» μέσω δικτύων FTTH απευθείας από τα κεντρικά γραφεία του πάροχου[10].

Η κάθε κατηγορίας διακρίνεται ως προς την απόσταση που τερματίζει από τον χώρο του συνδρομητή. Ο ευρέως χρησιμοποιούμενος όρος FTTP(premises) πολλές φορές περιγράφει τις τεχνολογίες Fiber To The Building και Fiber To The Home. Το Fiber In The Loop αφορά την αναβάθμιση του χάλκινου τοπικού βρόχου από οπτικές ίνες, από το αστικό κέντρο του τηλεπικοινωνιακού πάροχου μέχρι τη τηλεπικοινωνιακή καμπίνα του συνδρομητή[10].



Απεικόνιση των τεσσάρων βασικών υποκατηγοριών FTTx

<https://www.alliedtelesis.com/sites/default/files/pictures/fiber-to-the-x-illustration.svg>

3.2 Πλεονκτήματα

Ενώ τα καλώδια οπτικών ινών μπορούν να μεταφέρουν δεδομένα σε υψηλές ταχύτητες σε μεγάλες αποστάσεις, τα καλώδια από χαλκό που χρησιμοποιούνται στις παραδοσιακές τηλεφωνικές γραμμές και το ADSL δεν μπορούν. Για παράδειγμα, η κοινή μορφή Gigabit Ethernet (1Gbit/s) λειτουργεί σε σχετικά οικονομική κατηγορία καλωδίων 5, κατηγορίας 6 ή ενισχυμένη κατηγορία 6, χωρίς θωράκιση, χάλκινες καλωδιώσεις συνεστραμμένου ζεύγους, αλλά μέχρι 100 μέτρα. Ωστόσο, το 1 Gbit/s Ethernet πάνω σε ίνες μπορεί εύκολα να φτάσει σε έκταση δεκάδες χιλιόμετρα. Ο FTTP έχει επιλεγεί από τους μεγαλύτερους πάροχους τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών στον κόσμο για να μεταφέρει δεδομένα

μέσω συμμετρικών συνδέσεων μακρών 1 Gbit/s απευθείας σε σπίτια. Οι διαμορφώσεις FTTP που φέρνουν ίνα κατευθείαν στο κτίριο μπορούν να προσφέρουν τις υψηλότερες ταχύτητες, αφού τα υπόλοιπα τμήματα μπορούν να χρησιμοποιούν τυπικό καλώδιο Ethernet ή ομοαξονικό καλώδιο.

Η οπτική ίνα συχνά λέγεται ότι είναι ανθεκτική στο χρόνο επειδή ο ρυθμός δεδομένων της σύνδεσης περιορίζεται συνήθως από τον τερματικό εξοπλισμό και όχι από την ίνα, επιτρέποντας ουσιαστικές βελτιώσεις ταχύτητας με αναβαθμίσεις εξοπλισμού πριν αναβαθμιστεί η ίδια η ίνα. Ακόμη, ο τύπος και το μήκος των χρησιμοποιούμενων ινών που χρησιμοποιούνται είναι κρίσιμα κριτήρια για την εφαρμοσιμότητα μελλοντικών συνδέσεων άνω του 1 Gbit/s, παραδείγματος χάρη πολυτροπικές οπτικές ίνες έναντι οπτικών ινών απλού τύπου.

Με την αυξανόμενη δημοτικότητα εφαρμογών και συσκευών βίντεο υψηλής ευκρίνειας όπως εφαρμογές YouTube, Netflix, Roku και Facebook LIVE, η ζήτηση για αξιόπιστο εύρος ζώνης είναι καθοριστική καθώς όλο και περισσότεροι άνθρωποι αρχίζουν να χρησιμοποιούν αυτές τις υπηρεσίες[11].

Το FTTC, όπου οι οπτικές ίνες μεταβαίνουν σε χάλκινο καλώδιο στην τηλεπικοινωνιακή καμπίνα, είναι γενικά πολύ μακριά από τους χρήστες για τυποποιημένες διαμορφώσεις ethernet σε σχέση με τις υπάρχουσες χάλκινες καλωδιώσεις. Χρησιμοποιούν γενικά ψηφιακή συνδρομητική γραμμή υψηλής ταχύτητας (VDSL) σε downstream ρυθμούς με ταχύτητες της τάξεως των 80 Mbit/s, αλλά αυτή εξασθενεί εξαιρετικά γρήγορα σε απόσταση 100 μέτρων και άνω.

3.3 IPTV και FTTx

Με την ευρύτερη έννοια, η αγορά για το Internet Protocol TV - ή IPTV - περιλαμβάνει όλες τις μορφές διανομής ψηφιακής τηλεοπτικής υπηρεσίας σε ευρυζωνικά τηλεπικοινωνιακά δίκτυα που χρησιμοποιούν πρωτόκολλα Internet. Σε αντίθεση με την Web TV (η οποία μεταδίδεται μέσω του διαδικτύου), η IPTV διανέμεται μέσω δικτύου που διαχειρίζεται ένας πάροχος πρόσβασης στο διαδίκτυο και παρακολουθείται στη συσκευή της τηλεόρασης. Το IPTV υποστηρίζει όχι μόνο τη διανομή του τηλεοπτικού προγράμματος, τόσο γραμμικού όσο και μετατοπισμένου χρόνου (video on demand), αλλά και διαδραστικές υπηρεσίες και εφαρμογές, είτε σχετίζονται με είτε διαχωρίζονται από τον τηλεοπτικό προγραμματισμό.

Παρόλο που η ADSL είναι η κορυφαία τεχνολογία παγκοσμίως για την υπηρεσία IPTV, οι δυνατότητές της είναι περιορισμένες, ιδιαίτερα επειδή χρησιμοποιεί ασύμμετρες ταχύτητες και ο χρήστης μπορεί να είναι μόνο τόσο μακριά από το πλαίσιο διανομής. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση, τόσο μικρότερη είναι η ταχύτητα, είτε για μεταφόρτωση είτε για λήψη. Μια άλλη τεχνολογία, η VDSL, η οποία ακολουθήθηκε από το VDSL2, υποστηρίζει θεωρητικές συμμετρικές ταχύτητες μέχρι 100 Mbps (VDSL2). Ωστόσο, επειδή η χωρητικότητα μεταφοράς είναι περιορισμένη, η ταχύτητα πέφτει εκθετικά σε απόσταση περίπου 500 μέτρων από το DSLAM[13]. Επομένως, η τεχνολογία χρησιμοποιείται συχνότερα για την επέκταση ενός δικτύου οπτικών ινών στο τελευταίο χιλιόμετρο.

Τα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών xDSL - ιδιαίτερα ο περιορισμός σχετικά με την ταχύτητα που υποβαθμίζεται καθώς

αυξάνεται η απόσταση μεταξύ του χρήστη και του πλαισίου διανομής - καθιστούν αδύνατη την παροχή υπηρεσιών ίσης ποιότητας σε όλους τους συνδρομητές. Οι τεχνολογίες πολύ υψηλής ταχύτητας έρχονται για να λύσουν αυτό το πρόβλημα, χρησιμοποιώντας τις αρχιτεκτονικές FTTx με συνδέσεις οπτικών ινών.

Λόγω των τεχνικών χαρακτηριστικών τους, ιδιαίτερα των επιδόσεών τους στις ταχύτητες φόρτωσης και λήψης, οι οπτικές ίνες είναι κατά πολλούς τρόπους καλύτερες από τις υπηρεσίες xDSL για υπηρεσίες IPTV[13]. Όλα τα δίκτυα FTTx και ειδικότερα τα δίκτυα FTTH μπορούν να βελτιώσουν τις παρεχόμενες υπηρεσίες όπως περιγράφεται παρακάτω:

- Αύξηση της συνολικής ποιότητας υπηρεσιών IPTV σε ένα σταθερό και βέλτιστο επίπεδο, με αυτό να έχει ως αποτέλεσμα καλύτερη ποιότητα εικόνας, ταχύτητα και αξιοπιστία.
- Επέκταση του HD.
- Υποστήριξη χρήσης εφαρμογών τηλεόρασης σε διαφορετικές τηλεοράσεις ταυτόχρονα.
- Διευκόλυνση της ανάπτυξης διαδραστικών υπηρεσιών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία:

[2] Gary A. Donahue (June 2007). Network Warrior.

O'Reilly, σελ. 2

[11] Keiser, Gerd. FTTX concepts and applications.

Vol. 91. John Wiley & Sons, 2006.

Δημοσιεύσεις:

[3] IEEE Std 802-2002, IEEE Standard for Local and

Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture,
σελ. 1,

ενότητα 1.2: "Key Concepts", "basic technologies"

URLs:

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_network

[4] https://el.wikipedia.org/wiki/Δίκτυο_υπολογιστών

[5] https://en.wikipedia.org/wiki/Networking_cables

[6] https://en.wikipedia.org/wiki/Copper_conductor

[7] https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_fiber_cable

[8] <https://community.fs.com/blog/the-advantages-anddisadvantages-of-optical-fibers.html>

[9] <https://kgrant.ru/el/service-life-of-electric-wires-servicelife-of-the-electrical-wiring-nominal-warranty-actual/>

[10] https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber_to_the_x

Αναφορές:

[12] Tim Poulus, FTTH networking: Active Ethernet versus Passive Optical Networking and point-to-point vs. point-to-multipoint, Telecompaper, 17 November 2010.

[13] BATTIER, M., & GIRIEUD, S. (2010). IPTV Services FTTx benefits-Operator challenges. Communications & stratégies