

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

«ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ»



Παμάσης Στέφανος

ΑΜ:1006

Επιβλέπων καθηγητής

Γιαννακέας Νικόλαος

Άρτα, Μάιος 2023

APPLICATION OF OPTICAL TELECOMMUNICATION

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αρτα, Μάιος 2023

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Νικόλαος Γιαννακέας,

Επίκουρος Καθηγητής

2. Μέλος επιτροπής

Τζάλλας Αλέξανδρος,

Επίκουρος Καθηγητής

3. Μέλος επιτροπής

Δημόπουλος Δημήτριος,

Πανεπιστημιακός Υπότροφος

Ο Προϊστάμενος του Τμήματος

Ευριπίδης Γλαβάς,

Καθηγητής, Α' Βαθμίδας

Υπογραφή

© Παμάσης Στέφανος, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Allrightsreserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Παμάσης Στέφανος

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για τη δημιουργία της παρούσας πτυχιακής εργασίας αισθάνομαι την ανάγκη και την υποχρέωση να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κύριο Γιαννακέα Νικόλαο για την άριστη συνεργασία, με τη βοήθεια του και την σωστή καθοδήγηση μπόρεσα και ολοκλήρωσα τη συγκεκριμένη εργασία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα γνωρίσουμε τις οπτικές ίνες. Αρχικά στο πρώτο κεφάλαιο θα ορίσουμε την οπτική ίνα, θα κάνουμε μία σύντομη ιστορική αναδρομή και θα αναφερθούμε στις βασικές αρχές λειτουργίας καθώς επίσης και στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των οπτικών ινών. Στο δεύτερο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τις κατηγορίες οπτικών ινών. Επίσης θα αναφερθούμε στις απώλειες εξασθένησης καθώς επίσης και εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες. Στο τρίτο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για το οπτικό δίκτυο, τις τοπολογίες οπτικών δικτύων, καθώς επίσης και την αρχιτεκτονική τους. Επιπροσθέτως τα παθητικά και ελαστικά οπτικά δίκτυα. Στο τέταρτο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα αναφερθούμε στις εφαρμογές οπτικών ινών λόγω χάρη στην ιατρική, στην αυτοβιομηχανία, στην τηλεφωνία, στο φωτισμό, στη διακόσμηση, στις στρατιωτικές εφαρμογές και στην ασφάλεια. Η εργασία θα ολοκληρωθεί με το πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο όπου έγινε μία σύντομη έρευνα για οπτικές ίνες όπου απάντησαν 60 άτομα. Θα παρουσιάσουμε τις ερωτήσεις της έρευνας, τις απαντήσεις καθώς επίσης και τα συμπεράσματα της.

Λέξεις κλειδιά: Οπτικές ίνες, εφαρμογές, μονότροπες, πολύτροπες, οπτικά δίκτυα.

ABSTRACT

In this thesis we will learn about optical fibers. Initially in the first chapter we will define optical fiber, we will do a brief historical review and we will refer to the basic principles of operation as well as the advantages and disadvantages of optical fibers. In the second chapter we will talk about the technical characteristics and categories of optical fibers. We will also refer to attenuation losses as well as internal and external factors. In the third chapter we will talk about the optical network, optical network topologies, as well as their architecture. In addition, passive and elastic optical networks. In the fourth chapter of this thesis we will refer to the applications of optical fibers for example in medicine, automotive industry, telephony, lighting, decoration, military applications and security. The paper will conclude with the fifth and final chapter where a short survey on fiber optics was done where 60 people responded. We will present the research questions, the answers as well as its conclusions.

Keywords: Optical fibers, applications, single-mode, multi-mode, optical networks.

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| Δήλωση μη λογοκλοπής | 5 |
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ | 6 |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | 7 |
| ABSTRACT..... | 8 |
| Περιεχόμενα | 9 |
| Κεφάλαιο 1 ^ο | 13 |
| 1. Γενικά στοιχεία οπτικών ινών..... | 13 |
| 1.1 Οπτική ίνα | 13 |
| 1.2 Ιστορική Εξέλιξη..... | 15 |
| 1.3 Βασικές αρχές λειτουργίας..... | 16 |
| 1.4 Πλεονεκτήματα..... | 16 |
| 1.5 Μειονεκτήματα..... | 17 |
| 1.6 Κατασκευή οπτικών ινών..... | 17 |
| Κεφάλαιο 2 ^ο | 22 |
| 2. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά & οι κατηγορίες οπτικών ινών | 22 |
| 2.1 Κατηγορίες οπτικών ινών | 22 |
| 2.1.1 Μονότροπες οπτικές ίνες | 23 |
| 2.1.2 Πολύτροπες οπτικές ίνες | 23 |
| 2.2 Απώλειες εξασθένισης | 24 |
| 2.2.1 Εσωτερικοί παράγοντες..... | 25 |
| 2.2.2 Εξωτερικοί παράγοντες | 27 |
| 2.2 Διάμετρος καλωδίου | 28 |
| 2.3 Περιβαλλοντικοί παράγοντες | 28 |
| 2.4 Διασπορά | 29 |
| Κεφάλαιο 3 ^ο | 30 |
| 3. Δίκτυα οπτικών ινών..... | 30 |
| 3.1 Οπτικό δίκτυο | 30 |
| 3.1.1 Τοπολογίες Οπτικών Δικτύων | 31 |
| 3.1.2 Κατηγορίες Οπτικού Δικτύου | 33 |
| 3.2 Αρχιτεκτονική δικτύου οπτικών ινών | 34 |
| 3.3 Πλεονεκτήματα οπτικών δικτύων | 35 |
| 3.4 Παθητικά Οπτικά Δίκτυα | 35 |

| | |
|---|----|
| 3.5 Ελαστικά Οπτικά Δίκτυα | 36 |
| Κεφάλαιο 4° | 38 |
| 4. Εφαρμογές οπτικών ινών | 38 |
| 4.1 Εισαγωγή | 38 |
| 4.2 Το Διαδίκτυο | 38 |
| 4.3 Δικτύωση Υπολογιστών | 39 |
| 4.4 Ιατρικές εφαρμογές | 39 |
| 4.5 Αυτοκινητοβιομηχανία | 40 |
| 4.6 Τηλέφωνο | 40 |
| 4.7 Φωτισμοί και Διακοσμήσεις | 41 |
| 4.8 Μηχανολογικοί έλεγχοι | 41 |
| 4.9 Καλωδιακή τηλεόραση | 42 |
| 4.10 Στρατιωτικές και Διαστημικές Εφαρμογές | 42 |
| 4.11 Οπτικός αισθητήρας | 42 |
| 4.12 Επικοινωνία | 42 |
| 4.13 Θυροτηλεόραση | 43 |
| 4.14 Ασφάλεια και επιτήρηση | 43 |
| Κεφάλαιο 5° | 45 |
| 5. Έρευνα για εφαρμογές οπτικών ινών | 45 |
| 5.1 Ερωτήσεις Έρευνας | 45 |
| 5.2 Απαντήσεις έρευνας | 47 |
| 5.3 Συμπεράσματα ερωτηματολογίου | 51 |
| Κεφάλαιο 6° | 52 |
| 6. Συμπεράσματα | 52 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 54 |
| ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ | 56 |

Λίστα Εικόνων

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1: Οπτική ίνα..... | 13 |
| Εικόνα 2:Δομή οπτικής ίνας | 14 |
| Εικόνα 3: Παράδειγμα οξείδωσης φάσης ατμού | 18 |
| Εικόνα 4: Αξονική απόθεση φάσης ατμού | 19 |
| Εικόνα 5: Παρουσίαση διαδικασίας σχεδιασμού | 20 |
| Εικόνα 6: Η διαδικασία προσχηματισμού | 21 |
| Εικόνα 7: Είδη οπτικών ινών | 22 |
| Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά Μονοτροπικών/ Πολυτροπικών ινών | 22 |
| Εικόνα 8: Μονότροπη οπτική ίνα | 23 |
| Εικόνα 9: Οπτική ίνα διακριτού δείκτη | 24 |
| Εικόνα 10: Οπτική ίνα βαθμιαίου δείκτη | 24 |
| Εικόνα 11: Σχέση του συντελεστή εξασθένησης σε ίνα χαλαζία | 25 |
| Εικόνα 12: Σκέδαση και απορρόφηση | 25 |
| Εικόνα 13: Απορρόφηση..... | 26 |
| Εικόνα 16: Εξάρτηση συντελεστή εξασθένησης από τη μεταβολή του δείκτη διάθλασης σε ίνα χαλαζία..... | 27 |
| Εικόνα 17: Απώλειες λόγω κάμψεων της ίνας..... | 28 |
| Εικόνα 18: Οι απώλειες λόγω ανωμαλιών στην δομή της ίνας..... | 28 |
| Εικόνα 19 : Οπτικό δίκτυο | 30 |
| Εικόνα 20: Τοπολογίες Οπτικών δικτύων..... | 31 |
| Εικόνα 21: BusTopology..... | 31 |
| Εικόνα 22: Ringtopology..... | 32 |
| Εικόνα 23: Startopology..... | 32 |
| Εικόνα 24 : MeshTopology | 33 |
| Εικόνα 25: Στοιχεία οπτικού δικτύου | 34 |
| Εικόνα 26: PassiveOpticalNetwork | 36 |
| Εικόνα 27: Αρχιτεκτονική των EON | 36 |
| Εικόνα 28: Καλώδιο οπτικών ινών | 39 |
| Εικόνα 29: Χρήση στην ιατρική | 40 |
| Εικόνα 30: Εφαρμογή σε τηλεφωνία..... | 41 |
| Εικόνα 31: Εφαρμογή σε διακόσμηση | 41 |
| Εικόνα 32: Εφαρμογή θυροτηλεόρασης | 43 |
| Εικόνα 33: Εφαρμογή ασφάλειας | 44 |
| Διάγραμμα 1: Φύλο | 47 |
| Διάγραμμα 2: Ηλικία | 47 |
| Διάγραμμα 3: Μορφωτικό επίπεδο | 47 |
| Διάγραμμα 4: Ασχολείστε με την τεχνολογία | 48 |
| Διάγραμμα 5: Γνωρίζετε τις οπτικές ίνες..... | 48 |
| Διάγραμμα 6: Έχετε ενημερωθεί για τις εφαρμογές οπτικών ινών..... | 48 |
| Διάγραμμα 7: Γνωρίζετε κάποια εφαρμογή οπτικών ινών..... | 49 |
| Διάγραμμα 8: Θα θέλατε να ενημερωθείτε περισσότερο για τις εφαρμογές οπτικών ινών..... | 49 |
| Διάγραμμα 9: Ποια από τις εφαρμογές οπτικών ινών γνωρίζετε..... | 49 |

| | |
|---|----|
| Διάγραμμα 10: Ποια από τις εφαρμογές οπτικών ινών θεωρείτε πιο χρήσιμη | 50 |
| Διάγραμμα 11: Ποια από τις εφαρμογές οπτικών ινών δεν θεωρείτε καθόλου χρήσιμη | 50 |
| Διάγραμμα 12: Πιστεύετε ότι μελλοντικά η χρήση οπτικών ινών θα φέρει σημαντικά αποτελέσματα | 50 |

Κεφάλαιο 1^ο

1. Γενικά στοιχεία οπτικών ινών

1.1 Οπτική ίνα

Με τον όρο οπτικές ίνες αναφερόμαστε σε απειροελάχιστα νήματα τα οποία κατασκευάζονται είτε από πλαστικό είτε από γυαλί και έχουν την ικανότητα μετάδοσης ψηφιακών δεδομένων υπό μορφή φωτός. Σύμφωνα με πληροφορίες ένα καλώδιο οπτικών ινών αποτελείται από πολλές και απειροελάχιστου μεγέθους οπτικές ίνες. Επιπροσθέτως αξίζει να τονίσουμε ότι η μετάδοση πληροφοριών με τον συγκεκριμένο τρόπο είναι εξαιρετικά μεγάλης [1][4][9].



Εικόνα 1: Οπτική ίνα

Κατά κύριο λόγο η δομή της διαχωρίζεται σε:

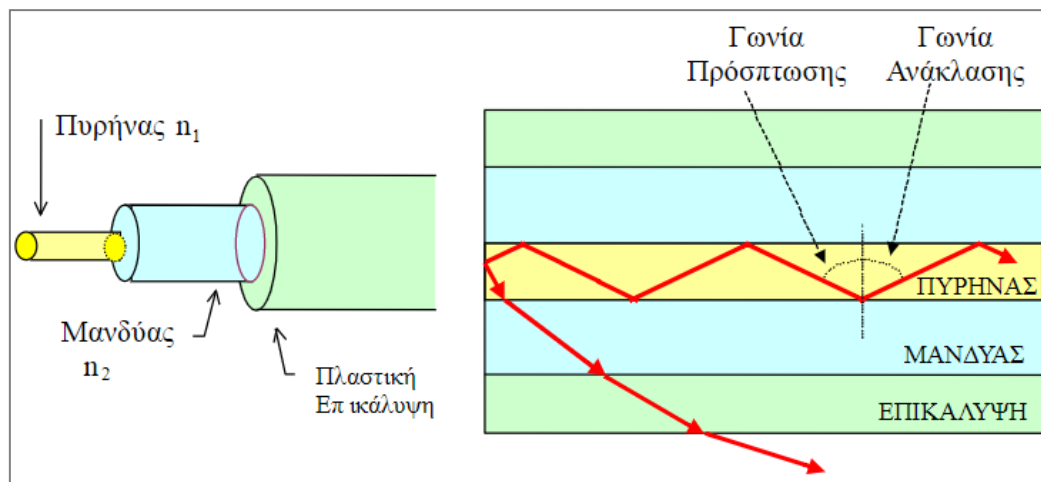
- Πυρήνα
- Περίβλημα
- Επικάλυψη

Όσον αφορά το πυρήνα αναφερόμαστε σε μία σφαιρική γυάλινη ίνα, με τη βοήθεια του οποίου διαδίδεται το φως.

Από την άλλη πλευρά υπάρχει το περίβλημά που αποτελεί ένα διαφανές πλαστικό.

Και τέλος υπάρχει η επικάλυψη η οποία είναι ένας ομόκεντρος. Χαρακτηριστικό της επικάλυξης είναι ότι έχει πολύ μικρό δείκτη διάθλασης σε σύγκριση με τον πυρήνα ώστε να

πραγματοποιούνται συνεχείς ολικές ανακλάσεις, η επικάλυψη αυτή καλείται μανδύας. Στην εικόνα 2 που ακολουθεί παρουσιάζεται η δομή μιας οπτικής ίνας[1][4][9].



Εικόνα 2: Δομή οπτικής ίνας

Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Παρέχουν δυνατότητα μετάδοσης σε καλύτερες αποστάσεις και σε μεγαλύτερου εύρους ζώνης, δηλαδή μεγαλύτερη ταχύτητα εν σύγκριση με άλλους τρόπους επικοινωνίας λόγω χάρη ο χαλκός.

Σημαντικό θα ήταν να προσθέσουμε σε αυτό το σημείο ότι ήρθαν για να αντικαταστήσουν μέταλλα καλωδίων λόγω του ότι συνδέονται άρρηκτα με απειροελάχιστη απώλεια καθώς επίσης και απουσία και ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών.

Άλλος τρόπος χρήσης των οπτικών ινών είναι στο φωτισμό, στις μεταφορές εικόνων δίνοντας τη δυνατότητα προβολής σε στενούς χώρους. Επίσης σε πολλές άλλες εφαρμογές όπως αισθητήρες λέιζερ. Στο τέταρτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας θα αναφερθούμε εκτενέστερα σε όλες τις εφαρμογές των οπτικών ινών.

Το φως κατά το πέρασμα του παραμένει στον πυρήνα της ίνας και αυτό οφείλεται στο φαινόμενο της ολικής ανάκλασης. Δίνεται δυνατότητα στη ίνα να λειτουργήσει ως κυματοδηγός. Αξίζει να αναφέρουμε ότι οπτικές ίνες υποστηρίζουν πολλές συχνότητες διερχόμενο φως αυτές είναι πολύτροπές οπτικές ίνες. Βέβαια υπάρχουν και εκείνες που αφορούν μόνο μία συχνότητα και καλούνται μονότροπες.

Η συνένωση ινών αποτελεί μία διαδικασία αρκετά δύσκολη, δηλαδή συνένωση είτε συρμάτων είτε καλωδίων.

Χάρη στις ίνες έχουμε τη δυνατότητα να κατευθύνουμε μία φωτεινή δέσμη να ακολουθεί οποία διαδρομή διαλέξουμεεμείς. Όπως ένα λάστιχο το οποίο χρησιμοποιείται για πότισμα έχουμε τη δυνατότητα να μεταφέρουμε το νερό σε οποιοδήποτε σημείο επιλέξουμε. Έτσι και με την οπτική ίνα έχουμε τη δυνατότητα να κατευθύνουμε το φως από μία κινητή πηγή σε όποιο σημείο εμείς επιθυμούμε. Για αυτό το λόγο έχει επικρατήσει το να καλούμε την οπτική ίνα ως φωταγωγό η φωτοδηγό.

Τα συστατικά για δημιουργία ινών είναι τα ακόλουθα:

- Περιβαλλοντικά σταθερά
- Εύκαμπτα
- Δυνατά να κατασκευάζουν λεπτές και όμοιες ίνες
- Διαφανή
- Πανομοιότυπο δείκτη διάθλασης

Κατάλληλα στοιχεία αποτελούν:

- Πλαστικό
- Γυαλί[1][4][9].

1.2 Ιστορική Εξέλιξη

Τα καλώδια αρχικά κατασκευάζονταν από χαλκό. Λόγο του ότι δεν υπήρχε σε όλα τα μέρη του κόσμου ο χαλκός έπρεπε να βρεθεί ένα υλικό σαν εναλλακτικός τρόπος για τη μεταφορά μεγάλου όγκου πληροφοριών. Έτσι δημιουργήθηκαν οι οπτικές. Ακολουθεί μια σύντομη ιστορική αναδρομή:

- Το 1966 οι οπτικές ίνες οι οποίες ήταν κατασκευασμένες από γυαλίαποτέλεσαν κατάλληλους κυματοδηγούς.
- Το 1970 χρησιμοποιήθηκε ίνα για πρακτικές εφαρμογές
- Λίγα χρόνια αργότερα και πιο συγκεκριμένα το 1840 δημιουργήθηκε η πεποίθηση ότι το φως δύναται να καθοδηγηθεί με τη βοήθεια της διάθλασης
- Λίγα χρόνια αργότερα έγιναν πρακτικές της παραπάνω εφαρμογής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο φωτισμός στην οδοντιατρική.
- Το 1920 πραγματοποιήθηκε μετάδοση εικόνας μέσω των σωλήνων κάτι που αποτέλεσε την ανεξαρτησία από το ράδιο.

- Το 1952 μετά από πολλά πειράματα ήρθε η πιο σύγχρονη μορφή οπτική είναι η χρήση διάφανης επένδυσης για έναν βέλτιστο δείκτη διάθλασης
- Τέσσερα χρόνια μετά δημιουργήθηκε το εύκαμπτο γαστροσκόπιο ινών
- Το 1965 αποτελεί χρονιά για τα τυποποιημένα καλώδια και τηλέφωνα
- Ένα χρόνο μετά έγινε γνωστό ότι οι ίνες από γυαλί ήταν καταλληλότεροι κυματοδηγοί
- Το 1973 είναι η χρονιά όπου δημιουργήθηκε η πιο γερή οπτική ίνα η οποία κάνει χρήση γυαλιού στη θήκη του πυρήνα
- Το 1986 η ελαχιστοποίηση του κόστους πολλών χιλιομέτρων των συστημάτων ινών με την εξάλειψη της ανάγκης για οπτικό ηλεκτρικούς επαναλήπτες
- Πέντε χρόνια αργότερα χρησιμοποιήθηκε ο τομέας φωτονιακά κρύσταλλα ο οποίος οδήγησε στην άνθηση της φωτονιακής ίνας κρυστάλλους η οποία κατευθύνει το φως από μία περιοδική δομή
- Λίγα χρόνια αργότερα εμφανίστηκαν στην αγορά οι φωτονιακές ίνες κρυστάλλου[5][6].

1.3 Βασικές αρχές λειτουργίας

Όσον αφορά τον τρόπο λειτουργίας των οπτικών ινών αρχικά θα πρέπει να αναφέρουμε ότι αποτελούνται από έναν πομπό καθώς επίσης και έναν δέκτη. Ο πομπός έχει την ικανότητα να τροποποιεί τις ψηφιακές πληροφορίες ενός Η/Υ σε ψηφιακά κύματα φωτός ενώ ο δέκτης έχει την ικανότητα να μετατρέπει τα ψηφιακά κύματα σε ψηφιακές πληροφορίες. Οι ανακλάσεις πραγματοποιούνται υπό γωνία περίπου 42° κάτι που βοηθάει τα τοιχώματα να λειτουργούν ως καθρέφτες. Η εν λόγω λειτουργία καλείται ολική ανάκλαση. Ουσιαστικά ο βασικός λόγος που τα κύματα μένουν στο εσωτερικό της ίνας[1].

1.4 Πλεονεκτήματα

Μερικά από τα πιο γνωστά πλεονεκτήματα οπτικών ινών παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- Μεταφορά μεγάλου όγκου δεδομένων
- Γρήγορη μεταφορά δεδομένων
- Λιγότερα ευάλωτα στις παρεμβολές
- Πολύ λεπτές και ελαφριές
- Τα δεδομένα μεταδίδονται ψηφιακά

- Γρήγορη κωδικοποίηση / αποκωδικοποίηση δεδομένων
- Μεγάλη χωρητικότητα (της τάξης των Gbps)
- Χαμηλή εξασθένηση
- Υψηλή ασφάλεια
- Δυσκολία στις υποκλοπές
- Απρόσβλητη σε περιβαλλοντολογικές παρεμβολές
- Μεγάλες εγκαταστάσεις μειώνουν το κόστος[1].

1.5 Μειονεκτήματα

Μερικά από τα πιο γνωστά μειονεκτήματα οπτικών ινών παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- Ακριβές
- Δυσκολία εγκατάστασης
- Δυσκολία διασύνδεσης πολλών χρηστών πάνω σε ένα καλώδιο
- Εύθραυστες
- Δεν λυγίζουν πολύ γιατί θα υπάρξουν απώλειες[1].

1.6 Κατασκευή οπτικών ινών

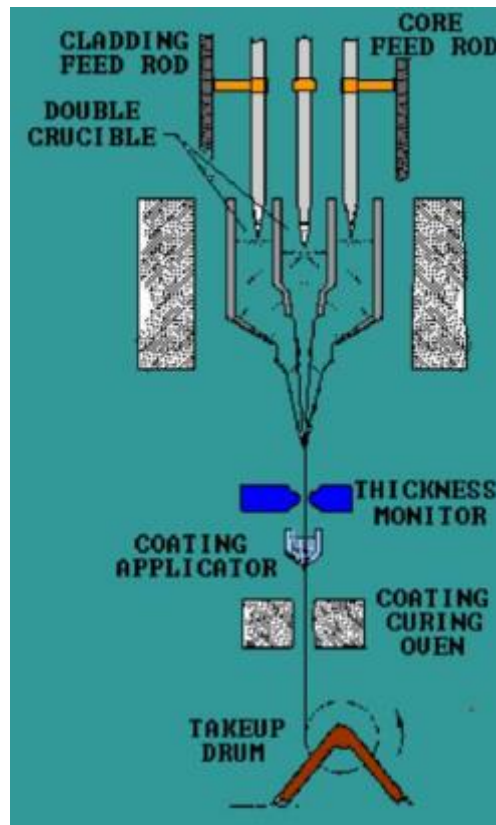
Για να κατασκευάσουμε οπτικές ίνες υπάρχουν δύο βασικές τεχνικές:

- Ίνες μπορούν να προέλθουν ανάμεσα από λιωμένο μέταλλο πυριτίου από οξείδωση φάσης ατμού
- Διπλή μέθοδος χοάνων

Όσον αφορά την πρώτη μέθοδο δύνανται να χρησιμοποιηθεί με απώτερο σκοπό να δημιουργήσει οπτικές ίνες γυαλιού πυριτίου και αλογόνων. Αποτελεί μία πολύ εύκολη διαδικασία[10].

Οι ράβδοι λειτουργούν ως αέριο πέτρομηχανικής για καθεμία από τις ομόκεντρες χοάνες.

Η συγκεκριμένη μέθοδος μειονεκτεί στο ότι δύναται να προκληθούν μολύνσεις κατά την τήξη. Στην εικόνα που ακολουθεί μπορούμε να παρουσιάσουμε ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα οξείδωσης φάσης ατμού:



Εικόνα 3: Παράδειγμα οξείδωσης φάσης ατμού

Με την δεύτερη διαδικασία δεν είναι ιδιαίτερα εύκολη δημιουργία καθαρών και ομοιογενών ινών. Άρα δεν είναι και μία μέθοδος που χρησιμοποιείται πολύ. Η παραπάνω διαδικασία γίνεται ως εξής:

- Η προετοιμασία του σχηματισμού
- Ο σχεδιασμός της ίνας

Κατά το πρώτο βήμα ο προσχηματισμός αποτελεί έναν κύλινδρο πυριτίου με 10 έως 25 χιλιοστά διάμετρο και 60 έως 125 μάκρος.

Αυτή η διαδικασία ακολουθείται με απώτερο σκοπό να έχουμε ένα καθαρό υλικό χαμηλό σε συγκέντρωση, με χαμηλό σε μεταλλικούς ιονικούς μολυσματικούς παράγοντες και οικονομικό.

Σχηματισμός γίνεται από τη φάση της οξείδωσης ατμού στην οποία δύο αέρια αναμειγνύονται σε πολύ μεγάλη θερμοκρασία με σκοπό να παράγουν διοξείδιο του πυριτίου.

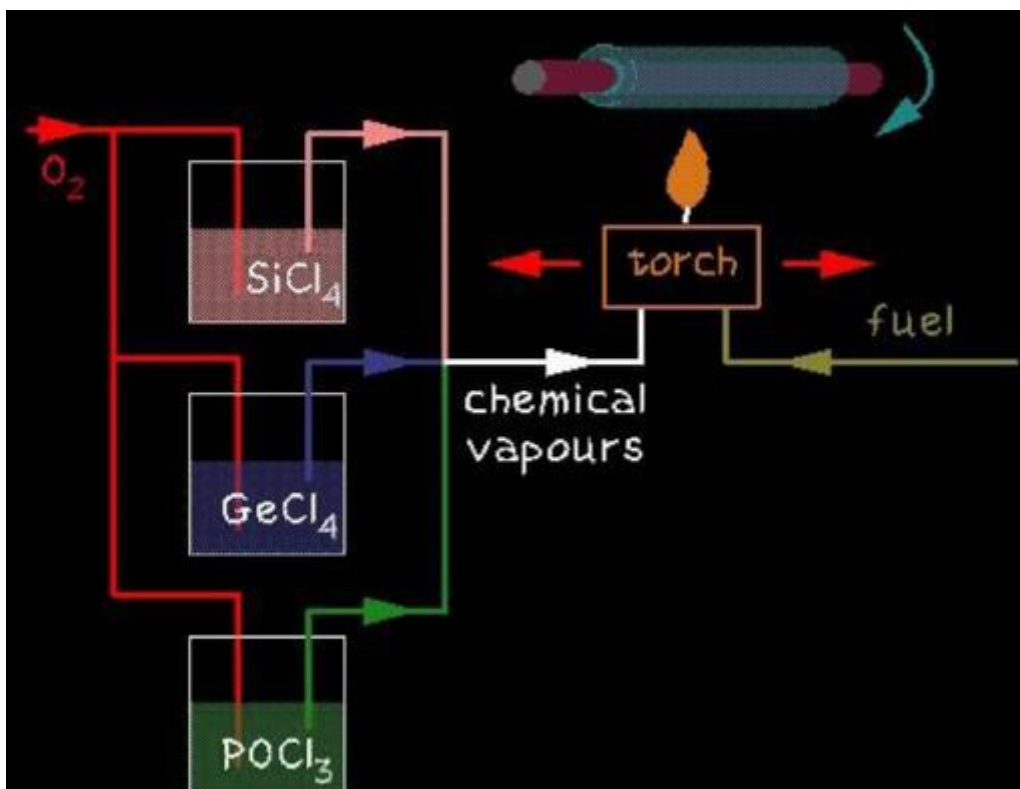
Η εξωτερική απόθεση ατμού που είναι γνωστή και ως sootprocess.

Η διαδικασία αποτελείται από τρία βήματα:

- laydown
- consolidation
- drawing

Κατά την διαδικασία laydown διάφορα υλικά αντιδρούν σε μία καυτή φλόγα για να παράγουν αιθανόλη[10].

Η αιθανόλη κατατίθεται σε μία περιστρεφόμενη κεραμική ράβδο στην αρχή το υλικό του πυρήνα κατατίθεται και έπειτα ακολουθεί επένδυση. Στη συνέχεια η αιθανόλη ενισχύει τη ράβδο από στρώμα σε στρώμα ένα κύλινδρος προσχηματίζεται σιγά-σιγά. Έπειτα ο προσχηματισμός μπαίνει σε ένα φούρνο στερεοποίησης. Στο φούρνο που έχει πολύ υψηλή θερμοκρασία αφαιρεί οποιαδήποτε ατμό για να δημιουργηθεί ένας σχηματισμός. Το σχήμα που προκύπτει είναι στέρεο πυκνό κενό γυαλί :

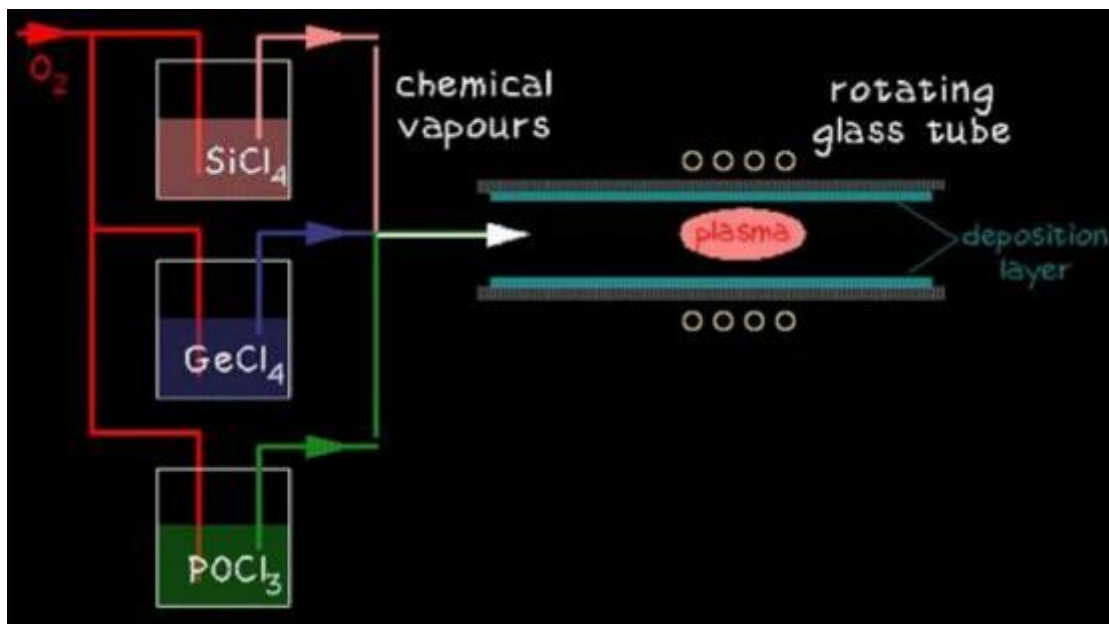


Εικόνα 4: Αξονική απόθεση φάσης ατμού

Μία άλλη πολύ σημαντική διαδικασία κατασκευής προσχηματισμού είναι η αξονική απόθεση φάσης ατμού.

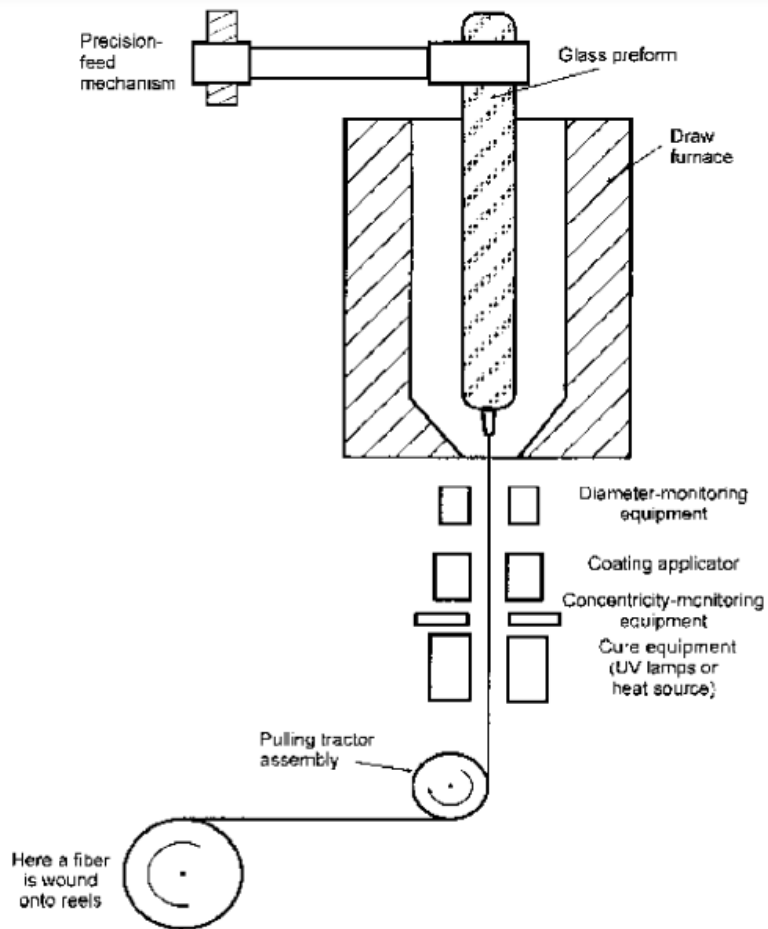
Λίγα χρόνια αργότερα οι επιστήμονες ανακάλυψαν την απόθεση χημικού ατμού πλάσματος. Καθαρό γυαλί αντί για αιθανόλη κατατίθεται. Μέσα σε ένα σωλήνα πυριτίου το θερμικό πλάσμα στο φάσμα συχνοτήτων μικροκυμάτων χρησιμοποιείται αντί ενός μιας φλόγας.

Το πλάσμα δίνει τη δυνατότητα στην αντίδραση να προχωρήσει σε 1.000 με 1.200 βαθμούς Κελσίου. Σε πολύ λίγα λεπτά στρώματα κατατίθενται μέσα στο σωλήνα. Αυτή η μέθοδος μας δίνει τη δυνατότητα να αυξήσουμε τα στρώματα σε μικρές θερμοκρασίες. Η μέθοδος αυτή παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα η οποία ακολουθεί:



Εικόνα 5: Παρουσίαση διαδικασίας σχεδιασμού

Ο προσχηματισμός τοποθετείται στο φούρνο, όπου η κατώτερη άκρη θερμαίνεται μέχρι την τήξη. Το συγκεκριμένο κομμάτι αρχίζει να πέφτει διαμορφώνοντας μία οπτική ίνα. Ο ελεγκτής εφαρμόζει ένα επίστρωμα πέρα από την επένδυση. Στη συνέχεια το επίστρωμα σχηματίζεται από τους υπεριώδες λαμπτήρες. Η διαδικασία φαίνεται στο τελευταίο σχήμα που ακολουθεί[10]:



Εικόνα 6: Η διαδικασία προσηματοποίησης

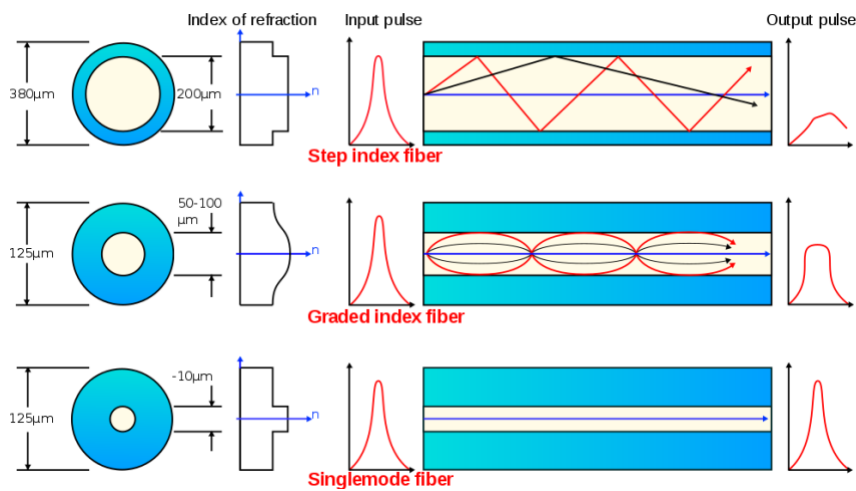
Κεφάλαιο 2^ο

2. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά & οι κατηγορίες οπτικών ινών

2.1 Κατηγορίες οπτικών ινών

Οι οπτικές ίνες διαχωρίζονται σε:

- ❖ Μονότροπες οπτικές ίνες
- ❖ Πολύτροπες οπτικές ίνες



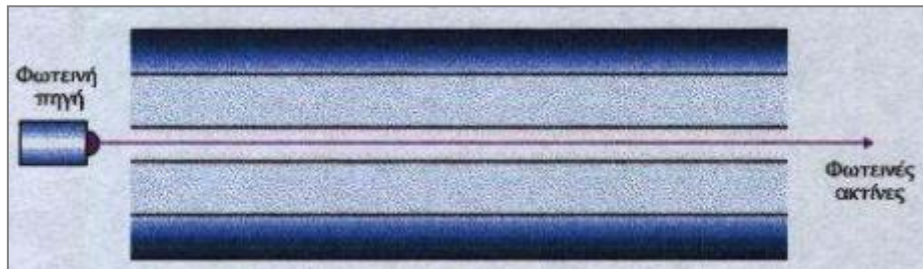
Εικόνα 7: Είδη οπτικών ινών

| Χαρακτηριστικά | Πολύτροπικές | Μονότροπικές |
|--------------------------|-------------------------|----------------|
| Διάμετρος πυρήνα | 50–100 μm | 2–10 μm |
| Τρόποι Διάδοσης | Εκατοντάδες ή χιλιάδες | Μικρός αριθμός |
| Κατανομή του δ.δ | Βηματική ή βαθμιαία | Βηματική |
| Ποσοστό εξασθένησης | Υψηλό | Χαμηλό |
| Ποιότητα διάδοσης παλμών | Χαμηλή (λόγω διασποράς) | Υψηλή |
| Δυνατότητα σύζευξης | Εύκολη | Δύσκολη |
| Κόστος αγοράς | Χαμηλό | Υψηλό |
| Τεχνικές απαιτήσεις | Περιορισμένες | Υψηλές |

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά Μονότροπικών/ Πολύτροπικών ινών

2.1.1 Μονότροπες οπτικές ίνες

Με τον όρο μονότροπες οπτικές ίνες αναφερόμαστε σε εκείνες τις οποίες τα κύματα έχουν ευθεία κατεύθυνση ώστε να μεταδίδουμε πληροφορίες μακριά. Έχουν διαστάσεις έως 10 μικρόμετρα. Η απειροελάχιστη διάμετρος του πυρήνα δίνει δυνατότητα διέλευσης ενός μικρού αριθμού ακτίνων πιο συγκεκριμένα σε ακτίνες οι οποίες πέφτουν κάθετα στην επιφάνεια των ινών [2][3].



Εικόνα 8: Μονότροπη οπτική ίνα

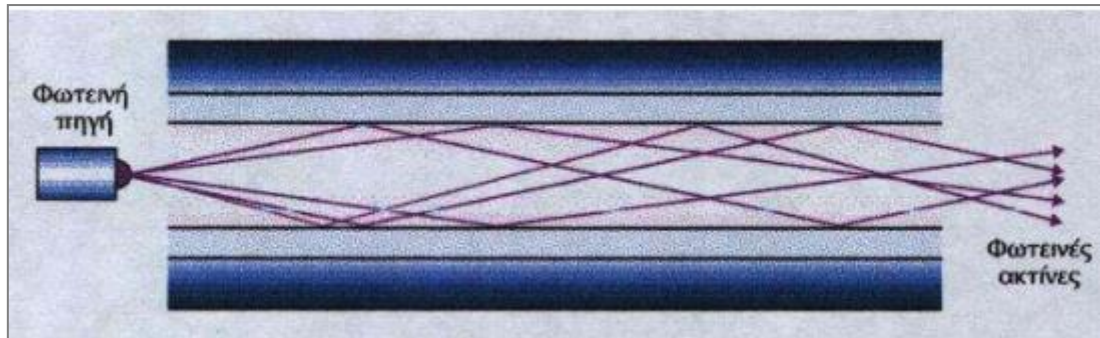
2.1.2 Πολύτροπες οπτικές ίνες

Με τον όρο πολύτροπες οπτικές ίνες (multi-mode) αναφερόμαστε σε εκείνες τις οπτικές ίνες οι οποίες είναι "χοντρές" και έχουν τη δυνατότητα παράλληλης αποστολής σε κύματα φωτός. Οι ακτίνες πολλαπλού τύπου ή αλλιώς πολύτροπες όπως προαναφέραμε έχουν διαστάσεις από 50 έως 100 μέτρα. Δύναται να στείλουν ταυτόχρονα μεγάλο όγκο δεδομένων.

Οι πολύτροπες ίνες βασίζονται σε μία αρχή μετάδοσης σύμφωνα με την οποία οι ακτίνες του οπτικού σήματος ανάλογα με την είσοδο του στην ίνα κινούνται ανακυκλωμένες υπό πολλές γωνίες λόγω όμως ότι έχουν αρκετούς οδούς μετάδοσης σε πολλές γωνίες ανάκλασης. Διακρίνονται σε:

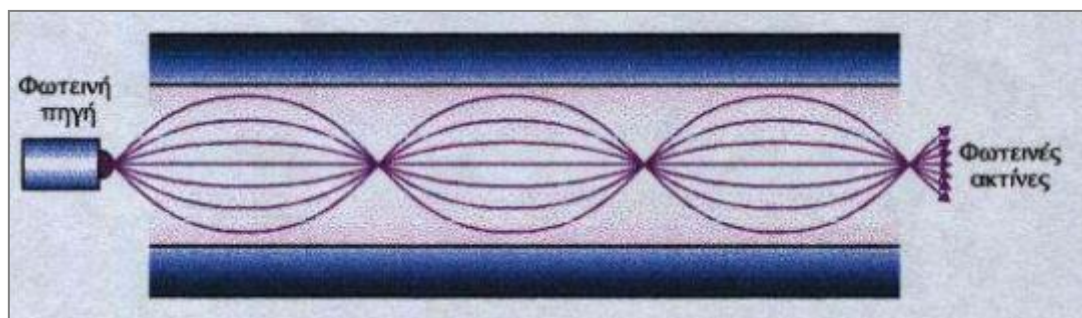
- ❖ Τη διακριτού βήματος
- ❖ Τη βαθμιαία του βήματος

Όσον αφορά την οπτική ίνα διακριτού δείκτη στη συγκεκριμένη κατηγορία πραγματοποιείται μία ανώμαλη μεταβολή του δείκτη διάθλασης ανάμεσα σε κεντρική ίνα και υλικού επίστρωσης. Συνεπώς η κατεύθυνση των ακτίνων έχει τη μορφή όπως εμφανίζεται στην εικόνα 9 που ακολουθεί:



Εικόνα 9: Οπτική ίνα διακριτού δείκτη

Όσον αφορά την οπτική ίνα βαθμιαίο δείκτη αξίζει να αναφέρουμε ότι ανήκουν οι οπτικές ίνες που διακρίνεται από αλλαγή του δείκτη διάθλασης του υλικού της κεντρικής ίνας. Όσο μετακινούμαστε από το κέντρο προς τα έξω στην επιφάνεια του γυαλιού.[2][3]. Χαρακτηριστικό παράδειγμα φαίνεται στην εικόνα 10 που ακολουθεί:



Εικόνα 10: Οπτική ίνα βαθμιαίου δείκτη

2.2 Απώλειες εξασθένησης

Απώλεια εξασθένησης τις οπτικές ίνες αναφερόμαστε σε μία λογαριθμική σχέση μεταξύ εισερχόμενης ισχύς και εξερχόμενης ισχύς σε ένα σύστημα οπτικής ίνας. Κατά κύριο λόγο διαχωρίζονται σε:

- Εσωτερικούς
- Εξωτερικούς

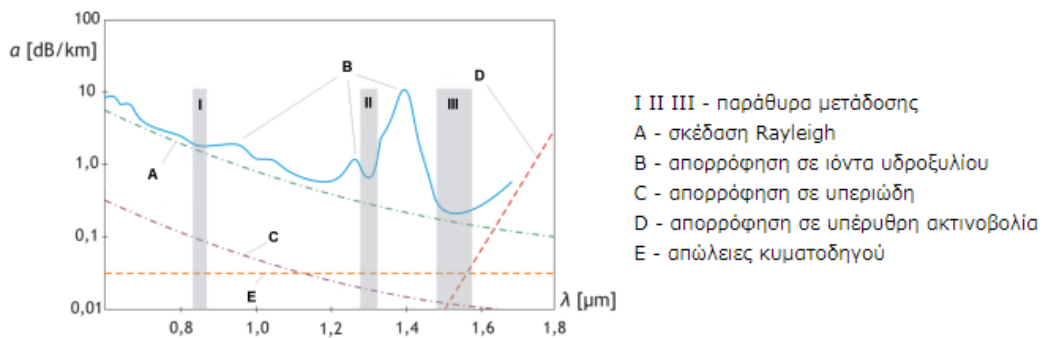
με κριτήριο το περιβάλλον λειτουργίας καθώς επίσης και τις παραμέτρους εγκατάστασης. Σημαντικό θα ήταν να προστεθεί σε αυτό το σημείο ότι οι παράγοντες δεν εμφανίζονται όλοι μαζί αλλά ανά περίπτωση και ανατροπή εφαρμογής της ίνας λόγω χάρη στη χρήση σωληνώσεων που δεν απαιτείται υπολογισμός προδιαγραφών φορτίου σύνθλιψης.

Στη συνέχεια ακολουθεί ο τύπος που αφορά την εξασθένηση η οποία δύναται να συμβεί λόγω απωλειών ισχύος στις ίνες. Αναλυτικότερα υπάρχει ο συντελεστής εξασθένησης a ο οποίος μετριέται σε 1 km. Εκφράζεται σε dB/km και ορίζεται με τον τύπο:

$$a = \frac{10}{L} \log \left\{ \frac{P(l_1)}{P(l_2)} \right\} \tag{εξ. 2.1}$$

Η εξασθένηση αυξάνεται εκθετικά με το μήκος της ίνας. Από την άλλη πλευρά μειώνει το εύρος μετάδοσης. Η αύξηση της εξασθένησης ανά 3 dB συνεπάγεται πτώση της ισχύος του σήματος κατά 50%.

Στην εικόνα 11 που ακολουθεί παρουσιάζεται η σχέση του συντελεστή εξασθένησης σε ένα χαλαζία [7].

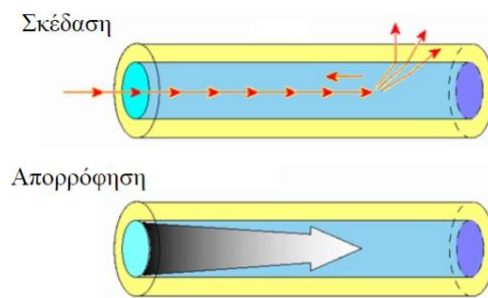


Εικόνα 11: Σχέση του συντελεστή εξασθένησης σε ένα χαλαζία

2.2.1 Εσωτερικοί παράγοντες

Τους εσωτερικούς παράγοντες ανήκουν:

- Η απορρόφηση
- Η σκέδαση



Εικόνα 12: Σκέδαση και απορρόφηση

Με τον όρο σκέδαση αναφερόμαστε σε ένα σύστημα εξασθένησης ιών του φωτός στο εσωτερικό της ίνας. Κατά κύριο λόγο πραγματοποιείται από μικροσκοπικές ανομοιομορφίες που υπάρχουν στη ίνα και παρέχει τη δυνατότητα στο φως να διαμοιράζεται συνεπώς να χάνεται. Σύμφωνα με μελέτες ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της εξασθένησης των ιών έχει υποστεί σκέδαση. Αναλυτικότερα υπάρχει εξάρτηση με το μήκος κύματος και του συντελεστή. Ουσιαστικά ο συντελεστής εξασθένησης επιδρά μειωτικά σε σχέση με το μήκος κύματος.

. Η εξασθένηση εξαρτημένη από την RRδύναται να παρουσιαστεί από τον τύπο:

$$a_R = \frac{k}{\lambda^4} \quad \text{εξ. 2.2}$$

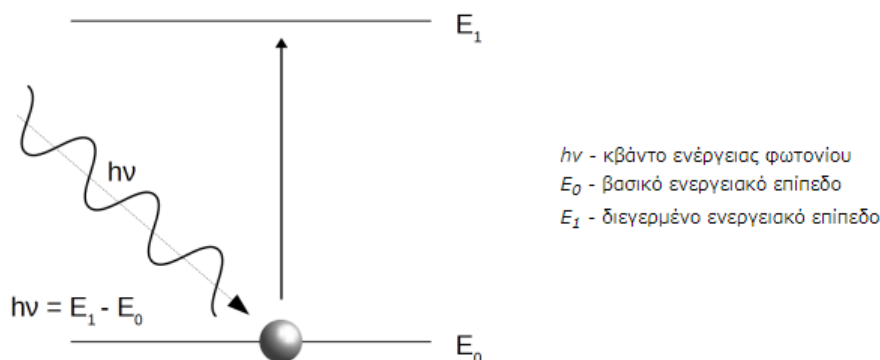
Από την άλλη πλευρά η απορρόφηση είναι και αυτή ένας εξωτερικός παράγοντας εξασθένησης οπτικής ίνας δύναται να προκληθεί από:

- Τη μοριακή δομή του υλικού

Από προσμίξεις ίνας λόγω χάρη:

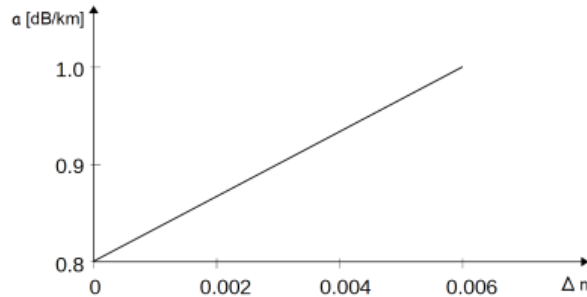
- Μεταλλικά ιόντα ιόντα νερού
- Ατομικές ατέλειες
- Των ιόντων δημιουργούνται οπτικές απώλειες

Μήκη κύματος 1250nm και 1.390nm ενώ πάνω από τα 1.700nm το γυαλί έχει ιδιότητα να απορροφά ενέργεια. Κατά την απορρόφηση το φως είναι ασθενέστερο λόγω του ότι ίνα καταναλώνεται σε ένα απειροελάχιστο ποσό θερμότητας. Στην αναπαράσταση που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα παράδειγμα απορρόφησης[7][8].



Εικόνα 13: Απορρόφηση

Στην εικόνα 16 που ακολουθεί παρουσιάζεται η εξάρτηση συντελεστή εξασθένησης από τη μεταβολή του δείκτη διάθλασης σε ίνα χαλαζία



Εικόνα 14: Εξάρτηση συντελεστή εξασθένησης από τη μεταβολή του δείκτη διάθλασης σε ίνα χαλαζία

2.2.2 Εξωτερικοί παράγοντες

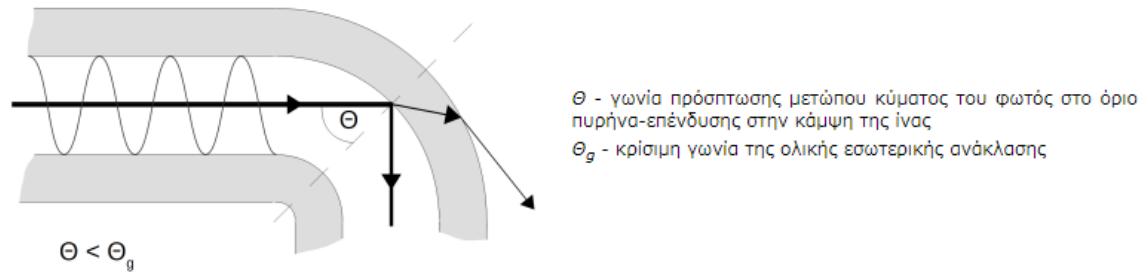
Εκτός από εσωτερικούς παράγοντες υπάρχουν και εξωτερικοί παράγοντες που εξασθενούν την οπτική ίνα όπως για παράδειγμα:

- Οι τάσεις που δημιουργούνται από τα καλώδια
- Οι επιδράσεις του περιβάλλοντος
- Οι φυσικές κάμψεις της ίνας

Οι κάμψεις μιας οπτικής ή να διαχωρίζονται σε μικροκάμψεις και μακροκάμψεις. Ουσιαστικά αναφερόμαστε σε απειροελάχιστες ατέλειες οι οποίες δημιουργούνται στη γεωμετρία της ίνας πολλές φορές λόγω:

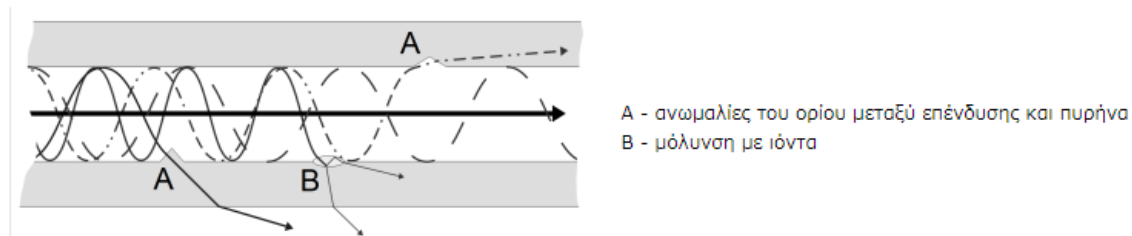
- Περιστροφής ασυμμετρίας
- Εμπόδιο
- Του περιβλήματος
- Λόγο του τρόπου κατασκευής
- Της μηχανικής σύστασης της στροφής της πίεσης
- Τις μεταβολές διαμέτρου του πυρήνα

Πιο συγκεκριμένα έχουν άμεση σχέση με την κυρτότητα της ίνας. Εξαιτίας της διάθλασης παρατηρείται απώλεια της ισχύς. Στην σχηματική απεικόνιση που ακολουθεί παρουσιάζονται οι απώλειες οι οποίες παρατηρούνται στις κάμψεις της ίνας.



Εικόνα 15: Απώλειες λόγω κάμψεων της ίνας

Στην επόμενη εικόνα 18 βλέπουμε τις απώλειες λόγω ανωμαλιών στην δομή της ίνας



Εικόνα 16: Οι απώλειες λόγω ανωμαλιών στην δομή της ίνας

2.2 Διάμετρος καλωδίου

Όσον αφορά τη διάμετρο των καλωδίων σημαντικό ρόλο θα παίξει η εγκατάσταση ίνας σε σωληνώσεις και ο υπάρχον χώρος χρειάζεται να προβάλλεται με απώτερο σκοπό τη βέλτιστη επιλογή καλωδίων. Σε απειροελάχιστη διάμετρο έχουμε τη σχεδίαση MPPT ενώ σε περιπτώσεις περιεχόμενο καλωδίων είναι απαραίτητο να είναι αρκετά πιο μικρή από εκείνη του βύσματος[7][8].

2.3 Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Περιβαλλοντικοί παράμετροι παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ορθή λειτουργία του καλωδίου της ίνας μερικοί από τους πιο μερικοί από τους πιο σημαντικούς είναι οι παρακάτω:

- Φορτίο
- Εύρος θερμοκρασιών λειτουργίας
- Ηανθεκτικότητα στην υγρασία
- Ηανθεκτικότητα στην πυρκαγιά

- Η ανθεκτικότητα στην ακτινοβολία
- Οι αντοχές της ραδιενέργειας
- Οι αντοχές την τοξικότητα
- Οι αντιστάσεις
- Η αγωγιμότητά από ψηλά σημεία
- Η τάση
- Η ανθεκτικότητα στις βλάβες από ποντίκια

2.4 Διασπορά

Με τον όρο διασπορά αναφερόμαστε στον παλμό του φωτός όπως κινείται στο εσωτερικό της ίνας. Υπάρχουν σημαντικοί τύποι διασποράς:

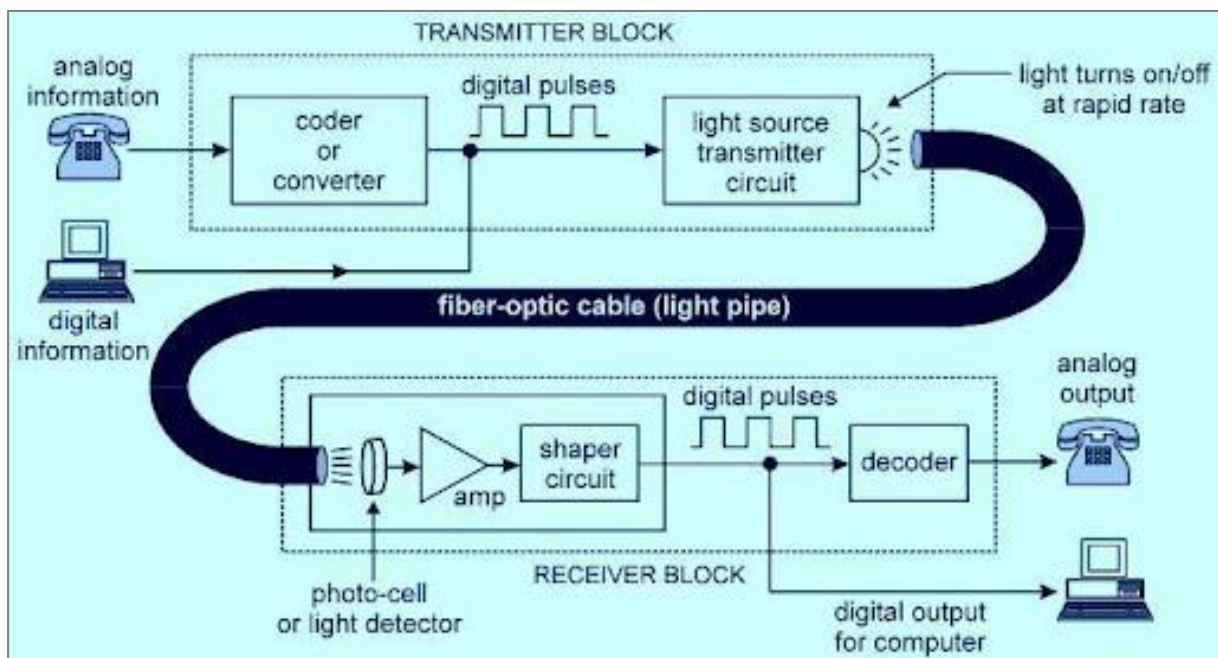
- Η χρωματική
- Η ενδοσκοπική διασπορά
- Η διασπορά προφίλ υλικού και καματοδηγού
- Η διασπορά του τρόπου πόλωσης[7][8].

Κεφάλαιο 3^ο

3. Δίκτυα οπτικών ινών

3.1 Οπτικό δίκτυο

Με τον όρο Οπτικό Δίκτυο αναφερόμαστε σε ένα δίκτυο επικοινωνίας το οποίο κατά κύριο λόγο εξυπηρετεί την ανταλλαγή δεδομένων μέσω ενός καλωδίου οπτικών ινών. Αποτελεί ένα από τα πιο ταχύτερα δίκτυα που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία δεδομένων. Ουσιαστικά μετατρέπει ένα ηλεκτρικό σήμα σε παλμούς φωτός, οι οποίοι τοποθετούνται σε ένα καλώδιο με σκοπό τη μετάδοση σε μια συσκευή λήψης. Ο οπτικός δέκτης τροποποιεί το σήμα σε ηλεκτρικό και έπειτα το στέλνει στον παραλήπτη. Πλεονέκτημα των συγκεκριμένων δικτύων είναι οι μεγάλες αποστάσεις που διανύουν οι παλμοί με τη βοήθεια του οπτικού επαναλήπτη. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζουμε ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα οπτικού δικτύου[16]:



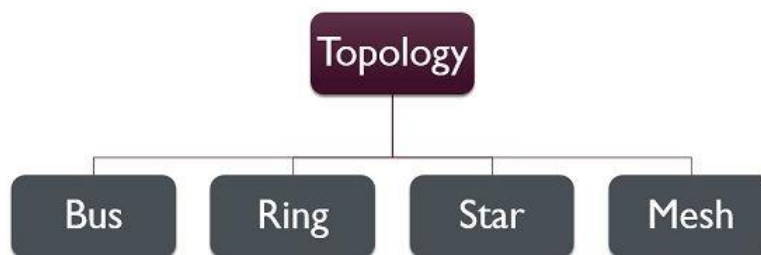
Εικόνα 17: Οπτικό δίκτυο

3.1.1 Τοπολογίες Οπτικών Δικτύων

Τα οπτικά δίκτυα όπως και τα περισσότερα δημοφιλή δίκτυα τηλεπικοινωνιών βασίζονται σε τέσσερις τοπολογίες:

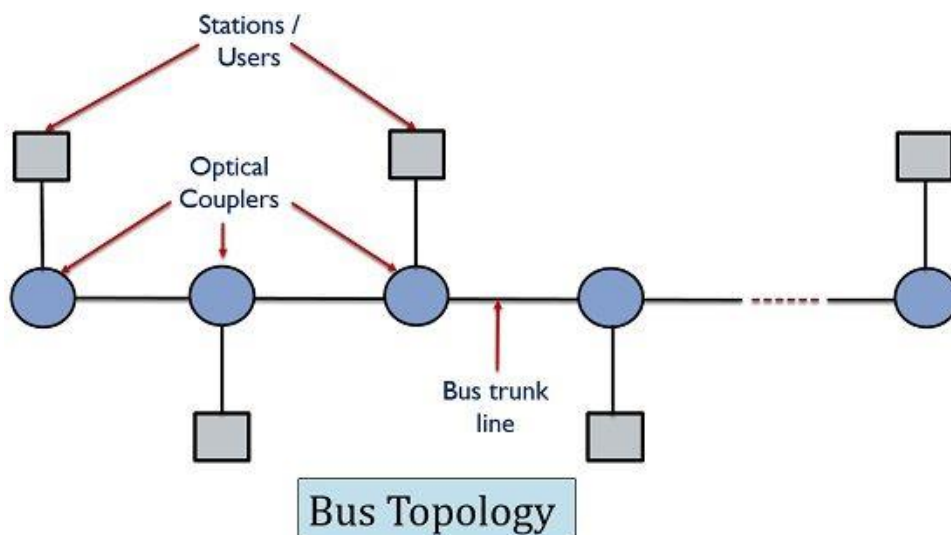
- ❖ Bus
- ❖ Ring
- ❖ Star
- ❖ Mesh

Όπως μπορούμε να δούμε άλλωστε και στην εικόνα που ακολουθεί:



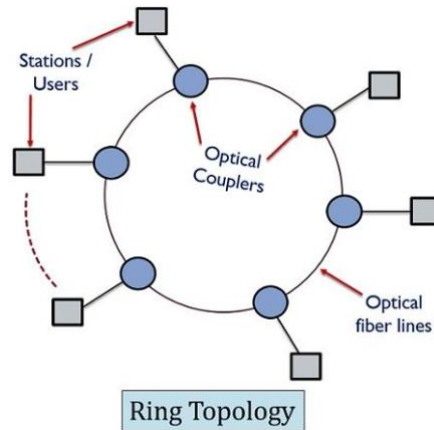
Εικόνα18: Τοπολογίες Οπτικών δικτύων

Τοπολογία διαύλου : οι κόμβοι επικοινωνούν με τη βοήθεια μιας γραμμής κορμού χάρη στους οπτικούς συζευκτές. Αποτελεί χαμηλού κόστους και εύκολη μέθοδος μετάδοσης σήματος. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζουμε μια αναπαράσταση της bustopology:



Εικόνα19: Bus Topology

Τοπολογία δακτυλίου: Ένας κόμβος ενώνεται με τον γειτονικό δημιουργώντας μια κλειστή διαδρομή. Τα δεδομένα μεταδίδονται με τη μορφή φωτός και διοχετεύονται από τον έναν κόμβο στον άλλο. Επιπροσθέτως μέσα στο δίκτυο υπάρχουν οπτικοί ζεύκτες με απώτερο σκοπό να διοχετεύουν το μεταδιδόμενο οπτικό σήμα μεταξύ των κόμβων. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η σχηματική αναπαράσταση της συγκεκριμένης τοπολογίας:

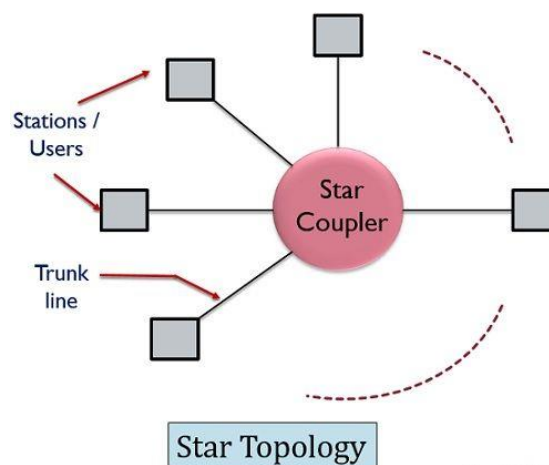


Εικόνα 20: Ringtopology

Τοπολογία αστέρα: Οι κόμβοι συνδέονται με έναν κεντρικό διανομέα. Ο κεντρικός κόμβος δύναται να καταστήσει το δίκτυο:

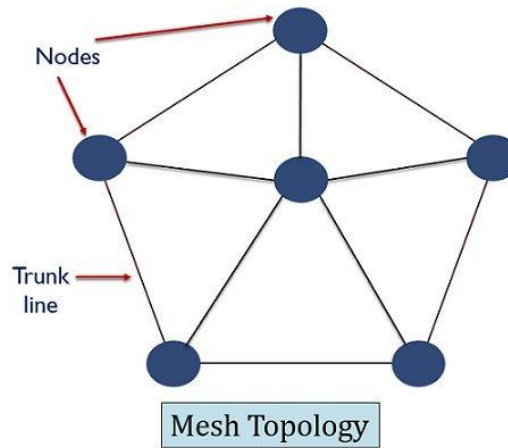
- Ενεργό
- Παθητικό

Έπειτα κατευθύνει το μεταδιδόμενο οπτικό σήμα μέσα στο οπτικό δίκτυο. Στη συνέχεια ακολουθεί σχηματική αναπαράσταση της τοπολογίας αστέρα:



Εικόνα 21: Startopology

Τοπολογία πλέγματος : στην εν λόγω τοπολογία υπάρχει μια σύνδεση μεταξύ των κόμβων του δικτύου. Αυτή η σύνδεση δύναται να αλλάξει ανάλογα με την εφαρμογή. Συνεπώς η τοπολογία πλέγματος είναι ιδιαίτερα ευέλικτη. Συμπερασματικά προκύπτει ότι σε περίπτωση προβλήματος ενός κόμβου οι υπόλοιποι λειτουργούν κανονικά. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται σχηματική αναπαράσταση της τοπολογίας πλέγματος:



Εικόνα 22: MeshTopology

Σε περίπτωση που προκληθεί πρόβλημα σε κάποιον κόμβο ανιχνεύεται και έπειτα η κυκλοφορία του σήματος εκτρέπεται από τον αποτυχημένο κόμβο σε έναν άλλο σύνδεσμο μέσα στη σύνδεση.

3.1.2 Κατηγορίες Οπτικού Δικτύου

Η διαδικασία κατηγοριοποίησης των οπτικών δικτύων βασίζεται στην περιοχή που συνδέει τον χρήστη του δικτύου:

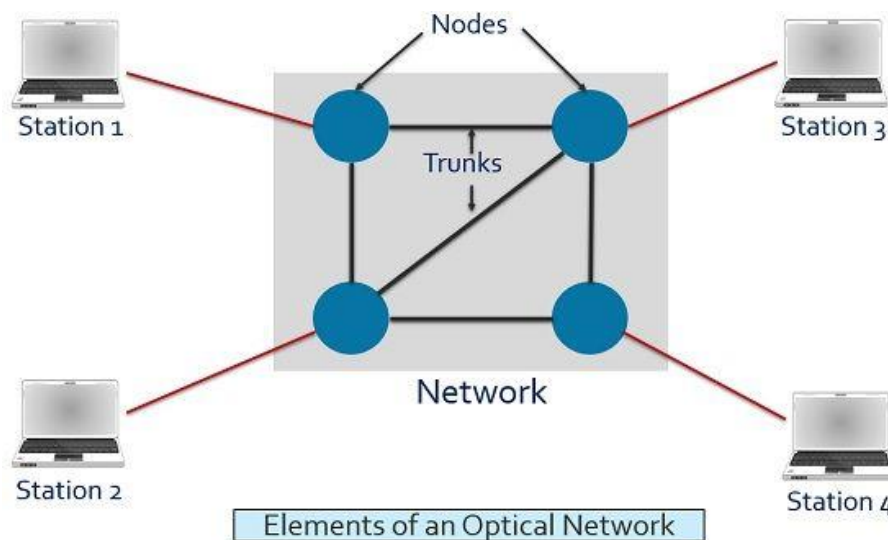
- **Τοπικό Δίκτυο (LAN):** Η συγκεκριμένη κατηγορία αφορά τη διασύνδεση χρηστών σε τοπικές περιοχές λόγου χάρη ένα κτίριο, ένα τμήμα ή ένα γραφείο κ.λπ.
- **Δίκτυο πανεπιστημιούπολης:** Η συγκεκριμένη κατηγορία αφορά ένα δίκτυο το οποίο δύναται να σχηματιστεί από τη διασύνδεση πολλών LAN. Ουσιαστικά επεκτείνεται σε μεγάλο επίπεδο, αλλά εξακολουθεί να περιορίζεται σε μια τοπική περιοχή.
- **Μητροπολιτικό Δίκτυο Περιοχών (MAN):** Η συγκεκριμένη κατηγορία αφορά τη διασύνδεση πολλών κτιρίων τα οποία βρίσκονται σε διαφορετικές πόλεις[17].
- **Δίκτυο ευρείας περιοχής (WAN) :** Η συγκεκριμένη κατηγορία αφορά ένα δίκτυο το οποίο παρέχει διασύνδεση χρηστών από γειτονικές πόλεις καθώς και από περιοχές μεταξύ χωρών.

3.2 Αρχιτεκτονική δικτύου οπτικών ινών

Ένα οπτικό δίκτυο αποτελείται από μερικά σημαντικά στοιχεία:

- Σταθμοί
- Κορμός
- Κόμβος
- Τοπολογία
- Δρομολογητής

Σχηματική αναπαράσταση οπτικού δικτύου βλέπουμε στην εικόνα που ακολουθεί:



Εικόνα 23: Στοιχεία οπτικού δικτύου

- **Σταθμοί:** Τα συγκεκριμένα στοιχεία λειτουργούν ως πηγή και προορισμός των δεδομένων τα οποία διακινούνται μέσα στο δίκτυο. Οι σταθμοί αποτελούν συσκευές τις οποίες χρησιμοποιούν οι χρήστες του δικτύου. Λόγου χάρη ένας Η/Υ.
- **Κορμός:** Η συγκεκριμένη συσκευή αποτελεί μια γραμμή μετάδοσης / καλώδιο για τη μετάδοση του σήματος. Σε ένα οπτικό δίκτυο υπάρχει πληθώρα κορμών για μετάδοση σήματος μακριά[17].
- **Κόμβος:** Η συγκεκριμένη συσκευή λειτουργεί ως κόμβος για πολλαπλές γραμμές μετάδοσης μέσα στο δίκτυο.
- **Τοπολογία:** Η τοπολογία υπάρχει σε περίπτωση χρήσης πληθώρας καλώδια ινών σε ένα οπτικό δίκτυο. Ουσιαστικά αναφερόμαστε στον τρόπο που οι κόμβοι συνδέονται.

- **Δρομολογητής:** Η συγκεκριμένη συσκευή τοποθετείται μέσα σε ένα οπτικό δίκτυο με απώτερο σκοπό να προσφέρει μια διαδρομή για τη μετάδοση σήματος[17]

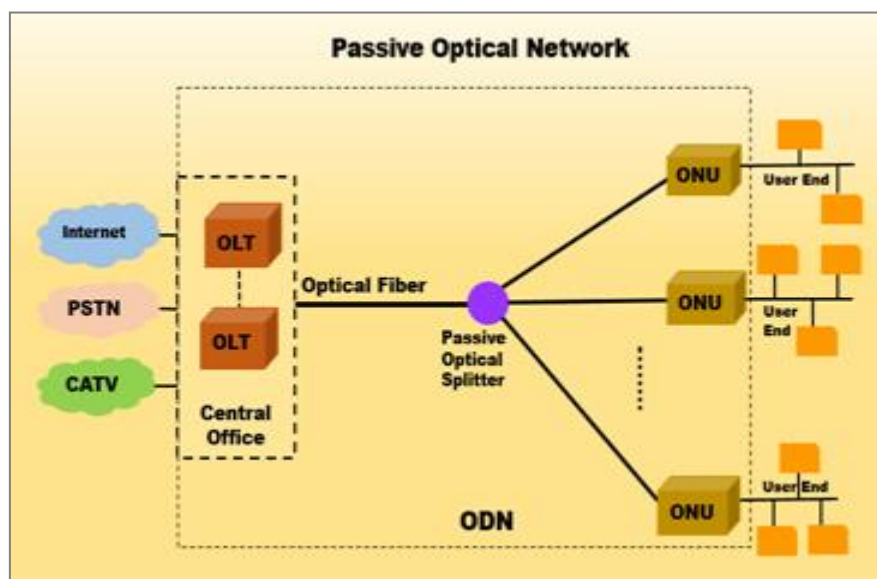
3.3 Πλεονεκτήματα οπτικών δικτύων

Η χρήση ενός συστήματος οπτικής δικτύωσης αποτελεί μια βέλτιστη λύση. Στη συνέχεια αναφέρουμε ορισμένα από τα πιο γνωστά πλεονεκτήματα των οπτικών δικτύων: είναι εξαιρετικά πλεονεκτική.

- Τυψηλό εύρος ζώνης
- Η κάλυψη μεγαλύτερων αποστάσεων
- Η ευελιξία
- Η βέλτιστη ικανότητα μετάδοσης σήματος

3.4 Παθητικά Οπτικά Δίκτυα

Τα δίκτυα FibertoHome παρέχουν αποτελεσματικά ευρυζωνικές υπηρεσίες πολυμέσων. Το PON υποστηρίζει υπηρεσίες όπως η παραδοσιακή τηλεφωνία, το VoIP και άλλες υπηρεσίες πολυμέσων. Τα συγκεκριμένα δίκτυα χρησιμοποιούν παθητικά στοιχεία δικτύου τα οποία ελαχιστοποιούν το κόστος ανάπτυξης και την κατανάλωση ενέργειας. Η μέγιστη εμβέλεια των PON είναι έως 60 km. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η βασική αρχιτεκτονική PON:



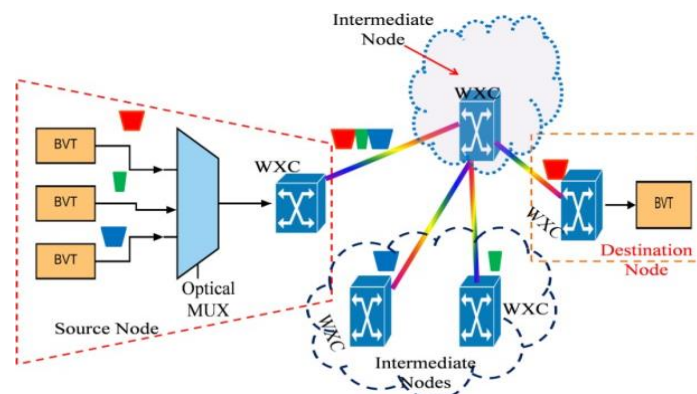
Εικόνα 24: PassiveOpticalNetwork

Η αρχιτεκτονική PON αποτελείται από τρεις κύριες μονάδες:

- OLT
- ONU
- ODN
 - Το OLT είναι η διεπαφή μεταξύ του PON και του δικτύου οπτικού κορμού.
 - Η OLT διανέμει υπηρεσίες PSTN, Internet και CATV σε τελικούς χρήστες ανά γραμμή οπτικών ινών.
 - Το ONU παρέχει διεπαφή υπηρεσίας στους τελικούς χρήστες και συνδέει το OLT και τους τελικούς χρήστες με οπτικές ίνες[19].

3.5 Ελαστικά Οπτικά Δίκτυα

Τα ελαστικά οπτικά δίκτυα (EON) παρέχουν μια βέλτιστη λύση για τον χειρισμό της κίνησης δεδομένων αποτελεσματικά και οικονομικά. Τα EON είναι δίκτυα απόδοσης φάσματος που βασίζονται στο OFDM, ευέλικτα και προσαρμοστικά δίκτυα, εξοπλισμένα με ευέλικτο πομποδέκτη με προσαρμόσιμα στοιχεία δικτύου έχουν προταθεί πρόσφατα ως βελτίωση σε σχέση με τα παραδοσιακά δίκτυα. Η εικόνα που ακολουθεί αποτελεί τη βασική αρχιτεκτονική των EON[19].



Εικόνα 25: Αρχιτεκτονική των EON

Τα EON υποστηρίζουν ευελιξία και υποστηρίζουν ρυθμούς δεδομένων ενεργοποιώντας την έννοια του μήκους κύματος σε υπερμήκους κύματος. Επιπροσθέτως τα EON υποστηρίζουν πολλαπλούς ρυθμούς δεδομένων και έχουν την ικανότητα να παρέχουν υψηλή απόδοση

φάσματος μέσω ευέλικτης κατανομής και βελτιώνουν τη χρήση του φάσματος μέσω δικτύων WDM στο οπτικό εύρος ζώνης που χάνεται λόγω της απόστασης συχνοτήτων για τις ζώνες προστασίας ακόμη και για σήματα χαμηλού ρυθμού bit. Η χρήση του OFDM σε EON επιτρέπει την αποτελεσματική χρήση των φασματικών πόρων, καθώς λόγω της ορθογωνικότητας, οι γειτονικοί φορείς μπορεί να επικαλύπτονται στο φάσμα χωρίς να προκαλούν ISI και προσαρμοστικούς ρυθμούς δεδομένων, κλιμακούμενα μήκη διαδρομής και έτσι αυξάνει τη συνολική χωρητικότητα του συστήματος υποστηρίζοντας την επαναχρησιμοποίηση του φάσματος[19].

Κεφάλαιο 4^ο

4. Εφαρμογές οπτικών ινών

4.1 Εισαγωγή

Με την πάροδο των χρόνων και την εξέλιξη της τεχνολογίας η χρήση οπτικών ινών αυξάνεται κατακόρυφα και εισχωρεί σε πολλούς τομείς της καθημερινότητάς μας:

- Στην άμυνα
- Στις καλωδιώσεις αεροσκαφών
- Σε υδρόφωνα για SONAR
- Σε σεισμικές εφαρμογές
- Σε ασύρματα και τηλεπικοινωνιακά δίκτυα
- Λείζερ οπτικών ινών για ενίσχυση της χωρητικότητας του δικτύου
- Σε αισθητήρες τάσης οπτικών ινών για κατασκευές, γέφυρες και παρακολούθηση βιομηχανικών εργασιών
- Στην ιατρική σε ενδοσκόπια οπτικών ινών
- Σε παρακολούθηση της ρύπανσης [11][12][13][14][18].

4.2 Το Διαδίκτυο

Ένας από τους πιο γνωστούς τομείς που βρίσκουν εφαρμογές οι οπτικές ίνες είναι το Διαδίκτυο. Τα καλώδια οπτικών ινών έχουν τη δυνατότητα μετάδοσης πληθώρας πληροφοριών σε μέγιστη ταχύτητα. Συνεπώς είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε καλώδια Διαδικτύου. Εν συγκρίσει με παλαιότερες τεχνολογίες λόγου χάρη καλώδια χαλκού, τα καλώδια οπτικών ινών έχουν μικρότερο μέγεθος και βάρος και ευελιξία[11][12][13][14][18].



Εικόνα 26: Καλώδιο οπτικών ινών

4.3 Δικτύωση Υπολογιστών

Μια ακόμη πολύ σημαντική εφαρμογή οπτικών ινών αποτελεί η χρήση σε δικτύωση μεταξύ υπολογιστών στο ίδιο κτίριο ή σε κοντινές κατασκευές γίνεται πιο εύκολα και γρήγορα με τη χρήση οπτικών καλωδίων. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να ελαχιστοποιούν το χρόνο που απαιτείται για τη μεταφορά δεδομένων στα δίκτυα[11][12][13][14][18].

4.4 Ιατρικές εφαρμογές

Οι οπτικές ίνες τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο στην ιατρική και την έρευνα. Δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε να αναφέρουμε την σημαντικότητα της επικοινωνίας σε μη παρεμβατικές χειρουργικές μεθόδους, λόγω χάρη την ενδοσκόπηση, εφαρμογές με λέιζερ σε εγχειρήσεις, φυσιοθεραπείες και καυτηριασμούς.

Η ενδοσκόπηση έχει τη δυνατότητα παρακολούθησης του εσωτερικού του σώματος χωρίς χειρουργική επέμβαση. Ουσιαστικά γίνεται χρήση ενός λεπτού και έντονου φωτός με απώτερο σκοπό να φωτίσει την περιοχή χειρουργικής επέμβασης με βασικό σκοπό την ελαχιστοποίηση του μεγέθους των τομών.

Επιπροσθέτως αξίζει να επισημάνουμε ότι οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται στη μικροσκοπία και στη βιοϊατρική έρευνα[11][12][13][14][18].



Εικόνα 27: Χρήση στην ιατρική

4.5 Αυτοκινητοβιομηχανία

Ένας ακόμη πολύ σημαντικός τομέας που βρίσκουν εφαρμογή οι οπτικές ίνες είναι η αυτοκινητοβιομηχανία. Τα καλώδια είναι σημαντικά στο φωτισμό και την ασφάλεια των αυτοκινήτων. Ουσιαστικά γίνεται η χρήση τους τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό του αυτοκινήτου. Και αυτό δύναται να επιτευχθεί εξαιτίας της εξοικονόμησης χώρου ώστε να παρέχει βέλτιστο φωτισμό.

Οι οπτικές ίνες βρίσκουν εφαρμογή σε πολλά αυτοκίνητα και τα καλώδια τους έχουν τη δυνατότητα μετάδοσης σημάτων ανάμεσα σε διαφορετικά τμήματα. Συνεπώς είναι πολύ σημαντικά για την ασφάλεια λόγω χάρη οι αερόσακοι και έλεγχος πρόσφυσης[11][12][13][14][18].

4.6 Τηλέφωνο

Με την χρήση των οπτικών ινών οι τηλεφωνικές κλήσεις εντός ή εκτός της χώρας είναι η βέλτιστη δυνατή. Με τη χρήση επικοινωνίας οπτικών ινών έχετε τη δυνατότητα ταχύτατης σύνδεσης και με καθαρές συνομιλίες χωρίς την παραμικρή καθυστέρηση[11][12][13][14][18].



Εικόνα28: Εφαρμογή σε τηλεφωνία

4.7 Φωτισμοί και Διακοσμήσεις

Η χρήση οπτικών ινών στον τομέα του διακοσμητικού φωτισμού βελτιώνεται ολοένα και περισσότερο με την πάροδο των χρόνων. Τα καλώδια τους αποτελούν μια ευέλικτη, φθηνή και ελκυστική λύση.

*Εικόνα 29: Εφαρμογή σε διακόσμηση*

Ένα καλώδιο έχει αρκετές οπτικές ίνες μέσα μπορεί να μεταφέρει αρκετές ακτινοβολίες με διαφορετικό μήκος κύματος και χρώμα. Αυτή ακριβώς τη δυνατότητα των οπτικών ινών εκμεταλλεύονται οι διακοσμητές για να μεταφέρουν φως διαφόρων χρωματικών αποχρώσεων στα σημεία που θέλουν να διαμορφώσουν[11][12][13][14][18].

4.8 Μηχανολογικοί έλεγχοι

Έναν ακόμη σημαντικό τομέας εφαρμογής των οπτικών ινών αποτελούν οι μηχανολογικοί έλεγχοι. Τα καλώδια οπτικών ινών βρίσκουν χρήση στην επιθεώρηση δυσπρόσιτων περιοχών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί:

- Η επιτόπια επιθεώρηση για μηχανικούς
- Η επιθεώρηση σωλήνων για υδραυλικούς

4.9 Καλωδιακή τηλεόραση

Όσον αφορά τη χρήση καλωδίων οπτικών ινών στη μετάδοση σημάτων αξίζει να αναφέρουμε ότι παρατηρείται κατακόρυφη αύξηση. Τα εν λόγω καλώδια είναι κατάλληλα για μετάδοση τηλεόρασης υψηλής ευκρίνειας λόγω του ότι έχουν ικανοποιητικό εύρος ζώνης και βέλτιστη ταχύτητα. Διακρίνονται για το οικονομικό του κόστος σε σύγκριση με παλαιότερα καλώδια[11][12][13][14][15][18].

4.10 Στρατιωτικές και Διαστημικές Εφαρμογές

Δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε τη σημαντικότητα οπτικών ινών σε στρατιωτικές και διαστημικές εφαρμογές. Λόγω του μεγάλου επιπέδου ασφάλειας πληροφοριών που χρειάζονται οι στρατιωτικές και αεροδιαστημικές εφαρμογές, τα καλώδια οπτικών ινών παρέχουν εξαιρετικές λύσεις για τη μετάδοση πληροφοριών. Επιπροσθέτως χρησιμοποιούνται σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα, σε οπτικά συστήματα, σε αισθητήρες, σε radar, σε μη επανδρωμένα οχήματα μεταξύ άλλων[11][12][13][14][15][18].

4.11 Οπτικός αισθητήρας

Στις εφαρμογές οπτικών ινών έρχονται να προστεθούν και οι οπτικοί αισθητήρες. Ένας οπτικός αισθητήρας δύναται να τροποποιεί τις ακτίνες φωτός σε ηλεκτρονικά σήματα. Αναλυτικότερα μετρά μια φυσική ποσότητα φωτός και τη μεταφράζει σε κατάλληλη μορφή ώστε να διαβαστεί. Κατά κύριο λόγο οι οπτικοί αισθητήρες βρίσκουν χρήση στην καταμέτρηση ή την τοποθέτηση εξαρτημάτων ανίχνευσης χωρίς επαφή τόσο σε εσωτερικούς όσο και σε εξωτερικούς χώρους[11][12][13][14][15].

4.12 Επικοινωνία

Ένας ακόμη σημαντικός τομέας χρήσης των οπτικών ινών είναι αυτός της επικοινωνίας. Σε ένα σύστημα επικοινωνίας, τα καλώδια οπτικών ινών κατά κύριο λόγο βρίσκουν χρήση στις τηλεπικοινωνίες για μετάδοση και λήψη. Επιπροσθέτως βρίσκει εφαρμογή σε αρκετούς τομείς δικτύωσης και πιο συγκεκριμένα βελτιώνει την ταχύτητα και την ακρίβεια μετάδοσης

πληροφορικών. Εν σύγκριση με παλαιότερους τύπους καλωδίων, τα καλώδια οπτικών ινών διακρίνονται για την ευελιξία τους και την πληθώρα πληροφορικών που μεταφέρουν[11][12][13][14][15].

4.13 Θυροτηλεόραση

Σημαντική είναι η εφαρμογή οπτικών ινών στη θυροτηλεόραση. Οι οπτικές ίνες έχουν εφαρμογή σε κάμερες παρακολούθησης CCTV. Σε περίπτωση που κάποιος επιθυμεί την εγκατάσταση μιας κάμερας CCTV, πρέπει να το υλοποιήσει με τη χρήση καλωδίων οπτικών ινών με μοναδικό μειονέκτημα το αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα που θα διαρκέσει η εν λόγω διαδικασία[11][12][13][14][15][18].



Εικόνα 30: Εφαρμογή θυροτηλεόρασης

4.14 Ασφάλεια και επιτήρηση

Η περιμετρική ασφάλεια, η παρακολούθηση στις σήραγγες στις εθνικές οδούς, η αεροπορική ασφάλεια και ο έλεγχος εισόδου χρησιμοποιούν οπτικές ίνες με άριστα αποτελέσματα. Η κάρτα ενός εργαζομένου θα μπορούσε να προσπελάσει μια πύλη, μόνο αν η οπτική εικόνα που μεταβιβάζεται από αυτή την πύλη σε ένα κέντρο ελέγχου ταιριάζει με την εικόνα των αποθηκευμένων δεδομένων σε έναν υπολογιστή[11][12][13][14][15][18].



Εικόνα 31: Εφαρμογή ασφάλειας

Κεφάλαιο 5^ο

5. Έρευνα για εφαρμογές οπτικών ινών

5.1 Ερωτήσεις Έρευνας

Παρακάτω παρατίθεται το ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε στο πλαίσιο της έρευνας.

Φύλο

- Άνδρας
- Γυναίκα

Ηλικία

- 15-25
- 26-35
- 36-40
- >40

Μορφωτικό επίπεδο

- Πρωτοβάθμια εκπαίδευση
- Δευτεροβάθμια εκπαίδευση
- Τριτοβάθμια εκπαίδευση
- Μεταπτυχιακό

Ασχολείστε με την τεχνολογία

- Ναι
- Όχι

Γνωρίζετε τις οπτικές ίνες

- Ναι
- Όχι

Έχετε ενημερωθεί για τις εφαρμογές των οπτικών ινών

- Ναι
- Όχι

Γνωρίζετε κάποια εφαρμογή οπτικών ινών

Θα θέλατε να ενημερωθείτε περισσότερο για τις εφαρμογές οπτικών ινών

- Ναι
- Όχι

Ποιά από τις παρακάτω εφαρμογές οπτικών ινών γνωρίζετε

- Ιατρική
- Ασφάλεια και επιτήρηση
- Βιομηχανία
- Στρατός
- Διακόσμηση
- Κανένα από τα παραπάνω

Ποιά από τις παρακάτω εφαρμογές οπτικών ινών θεωρείτε πιο χρήσιμη

- Ιατρική
- Ασφάλεια και επιτήρηση
- Βιομηχανία
- Στρατός
- Διακόσμηση
- Κανένα από τα παραπάνω

Ποιά από τις παρακάτω εφαρμογές οπτικών ινών δεν θεωρείτε καθόλου χρήσιμη

- Ιατρική
- Ασφάλεια και επιτήρηση
- Βιομηχανία
- Στρατός
- Διακόσμηση
- Κανένα από τα παραπάνω

Πιστεύετε ότι μελλοντικά η χρήση οπτικών ινών θα φέρει σημαντικά αποτελέσματα

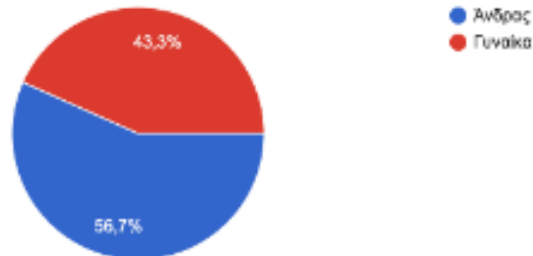
- Ναι
- Όχι

5.2 Απαντήσεις έρευνας

Παρακάτω παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά της έρευνας.

Φύλο

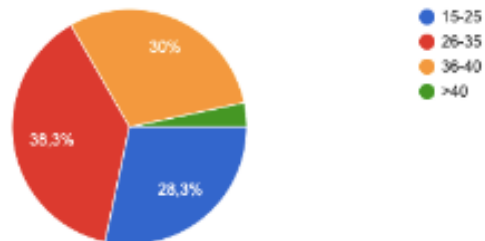
60 απαντήσεις



Διάγραμμα 1: Φύλο

Ηλικία

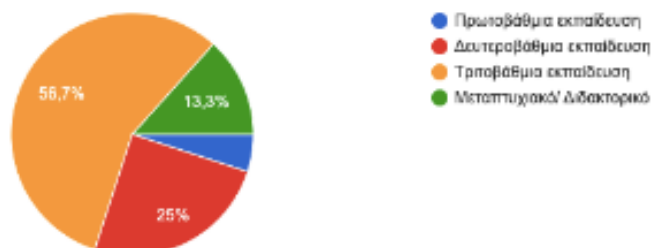
60 απαντήσεις



Διάγραμμα 2: Ηλικία

Μορφωτικό επίπεδο

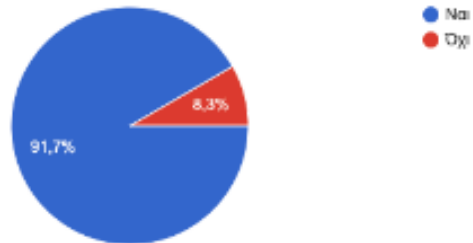
60 απαντήσεις



Διάγραμμα 3: Μορφωτικό επίπεδο

Ασχολείστε με την τεχνολογία

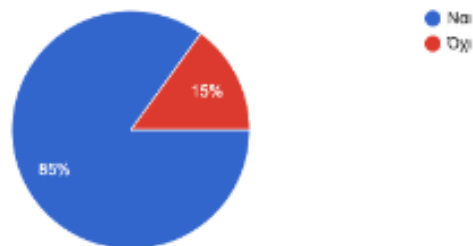
60 απαντήσεις



Διάγραμμα 4: Ασχολείστε με την τεχνολογία

Γνωρίζετε τις οπτικές ίνες

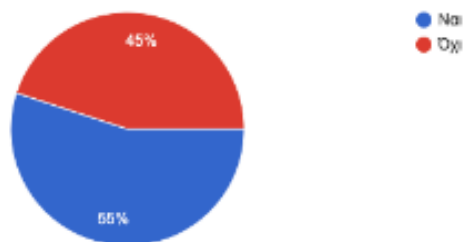
60 απαντήσεις



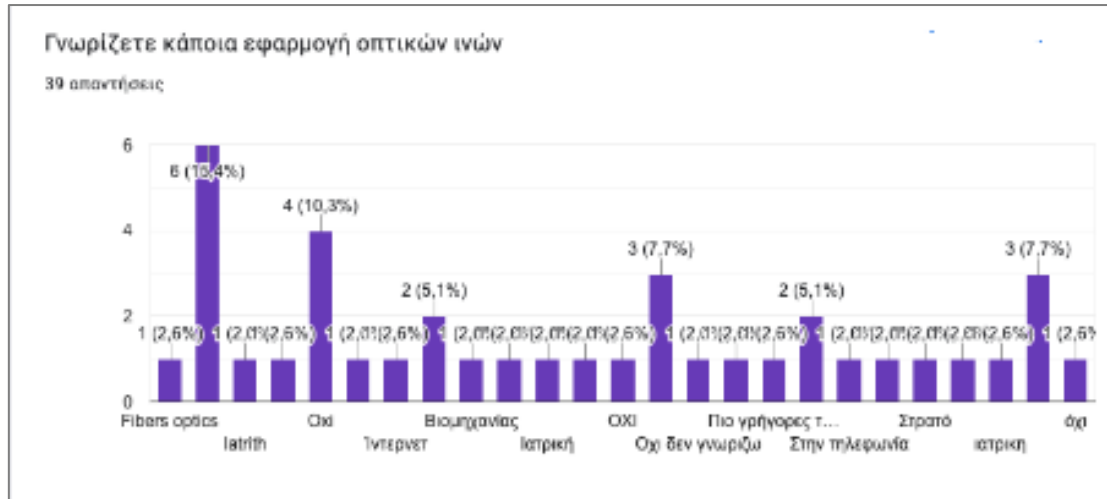
Διάγραμμα 5: Γνωρίζετε τις οπτικές ίνες

Έχετε ενημερωθεί για τις εφαρμογές των οπτικών ινών

60 απαντήσεις

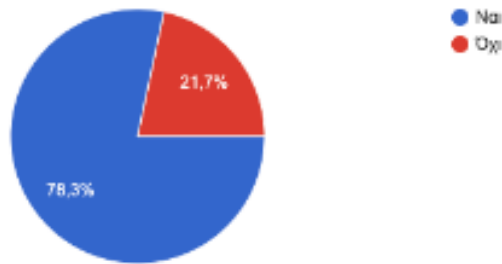


Διάγραμμα 6: Έχετε ενημερωθεί για τις εφαρμογές οπτικών ινών



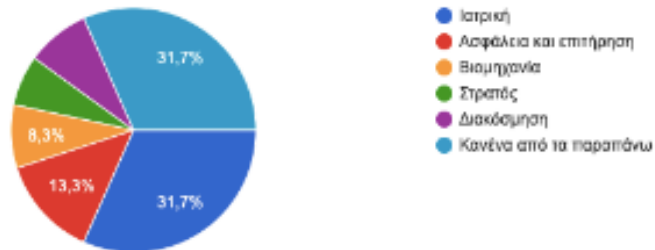
Διάγραμμα 7: Γνωρίζετε κάποια εφαρμογή οπτικών ινών

Θα θέλατε να ενημερωθείτε περισσότερο για τις εφαρμογές οπτικών ινών
60 απαντήσεις



Διάγραμμα 8: Θα θέλατε να ενημερωθείτε περισσότερο για τις εφαρμογές οπτικών ινών

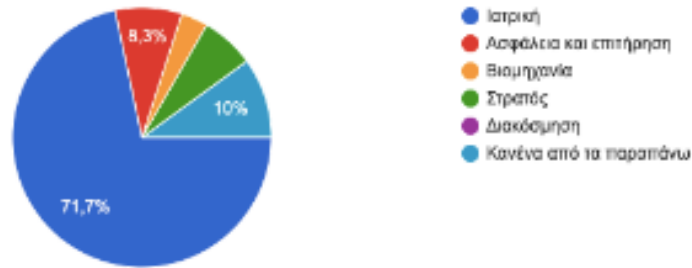
Ποιά από τις παρακάτω εφαρμογές οπτικών ινών γνωρίζετε
60 απαντήσεις



Διάγραμμα 9: Ποια από τις εφαρμογές οπτικών ινών γνωρίζετε

Ποιά από τις παρακάτω εφαρμογές οπτικών ινών θεωρείτε πιο χρήσιμη

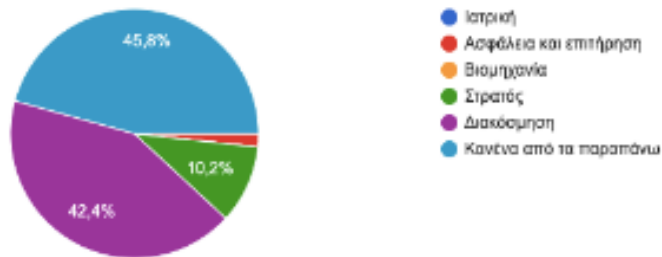
60 απαντήσεις



Διάγραμμα 10: Ποια από τις εφαρμογές οπτικών ινών θεωρείτε πιο χρήσιμη

Ποιά από τις παρακάτω εφαρμογές οπτικών ινών δεν θεωρείτε καθόλου χρήσιμη

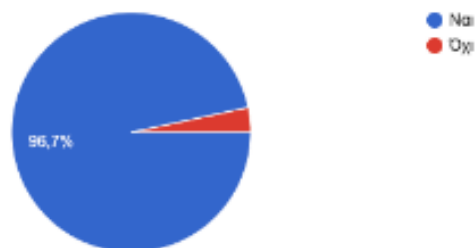
59 απαντήσεις



Διάγραμμα 11: Ποια από τις εφαρμογές οπτικών ινών δεν θεωρείτε καθόλου χρήσιμη

Πιστεύετε ότι μελλοντικά η χρήση οπτικών ινών θα φέρει σημαντικά αποτελέσματα

60 απαντήσεις



Διάγραμμα 12: Πιστεύετε ότι μελλοντικά η χρήση οπτικών ινών θα φέρει σημαντικά αποτελέσματα

5.3 Συμπεράσματα ερωτηματολογίου

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 60 άτομα από τα οποία το 56,7% ήταν άντρες και το 43,3 γυναίκες. Κατά κύριο λόγο οι ηλικίες που συμμετείχαν ήταν από 26 έως 35, ακολουθεί ένα μεγάλο ποσοστό ηλικιών 36 με 40 και ακόμα μικρότερο των 15 με 25.

Όσον αφορά το μορφωτικό επίπεδο θα αναφέρουμε ότι το 56,7% ένα πολύ μεγάλο ποσοστό δηλαδή είναι απόφοιτοι Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Στην ερώτηση για το αν ασχολούνται με την τεχνολογία το 99,7% αποκρίθηκε θετικά.

Όσον αφορά τη γνώση σχετικά με τις οπτικές ίνες το 85% αποκρίθηκε θετικά. Επίσης το 55% έχει ενημερωθεί για εφαρμογές οπτικών. Όπως μπορούμε να δούμε στο επόμενο διάγραμμα γνωρίζουν αρκετά για την υγεία για την ιατρική δηλαδή για τη βιομηχανία δεν τηλεφωνία για το στρατό και αρκετά αλλά.

Οι χρήστες που συμμετείχαν στην έρευνα σε ποσοστό 78,3% θα ήθελα να ενημερωθούν περισσότερο για τις εφαρμογές οπτικών ινών κάτι που είναι ιδιαίτερα ευχάριστο.

Σχετικά με το ποιες εφαρμογές γνωρίζουν το 31,7% αποκρίθηκε την ιατρική ακολουθεί το 13,3% η ασφάλεια και επιτήρηση.

Όσον αφορά με ποια εφαρμογή θεωρούν ότι είναι πιο χρήσιμη σε συντριπτικό ποσοστό του 71,7% αποκρίθηκαν ιατρική ενώ καθόλου χρήσιμη σε μεγάλα ποσοστά θεωρήθηκε ότι είναι το 42,4% η διακόσμηση και ένα μικρό ποσοστό 10,2% στρατός.

Η έρευνα ολοκληρώθηκε με την ερώτηση εάν πιστεύουμε ότι μελλοντικά έκθεση οπτικών ινών θα φέρει σημαντικά αποτελέσματα για άλλη μία φορά το συντριπτικό ποσοστό του 96,7% αποκρίθηκε θετικά.

Κεφάλαιο 6^ο

6. Συμπεράσματα

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήσαμε τις οπτικές ίνες. Με τον όρο οπτικές ίνες αναφερόμαστε σε απειροελάχιστα νήματα τα οποία κατασκευάζονται είτε από πλαστικό είτε από γυαλί και έχουν την ικανότητα μετάδοσης ψηφιακών δεδομένων υπό μορφή φωτός. Αφού ορίσαμε τις οπτικές ίνες στη συνέχεια κάνουμε μία σύντομη ιστορική αναδρομή και αναφερθήκαμε στις βασικές αρχές λειτουργίας καθώς επίσης και στα πλεονεκτήματα τους λόγω χάρη η μεταφορά μεγάλου όγκου δεδομένων, η γρήγορη μεταφορά δεδομένων και άλλα. Στη συνέχεια γνωρίσαμε και τα μειονεκτήματα των οπτικών ινών όπως το ότι είναι ακριβές, η δυσκολία εγκατάστασης, η δυσκολία διασύνδεσης πολλών χρηστών πάνω σε ένα καλώδιο και άλλα. Στο δεύτερο κεφάλαιο μιλήσαμε για τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τις κατηγορίες οπτικών ινών δηλαδή τις μονότροπες οπτικές ίνες και τις πολύτροπες οπτικές ίνες. Επίσης αναφερθήκαμε τις απώλειες εξασθένησης. Δηλαδή μία λογαριθμική σχέση μεταξύ εισερχόμενης ισχύς και εξερχόμενης ισχύς σε ένα σύστημα οπτικής ίνας. Τέλος μιλήσαμε για τους παράγοντες που τις επηρεάζουν που είναι εσωτερικοί και εξωτερικοί.

Στο τρίτο κεφάλαιο μιλήσαμε για το οπτικό δίκτυο. Με τον όρο Οπτικό Δίκτυο αναφερόμαστε σε ένα δίκτυο επικοινωνίας το οποίο κατά κύριο λόγο εξυπηρετεί την ανταλλαγή δεδομένων μέσω ενός καλωδίου οπτικών ινών. τις τοπολογίες οπτικών δικτύων, καθώς επίσης και την αρχιτεκτονική τους. Έπειτα γνωρίσαμε τις κατηγορίες του σε : LAN, Δίκτυο πανεπιστημιούπολης, MAN, WAN.

Στο τέταρτο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αναφερθήκαμε στις εφαρμογές οπτικών ινών λόγω χάρη στην ιατρική, στην αυτοβιομηχανία, στην τηλεφωνία, στο φωτισμό, στη διακόσμηση, στις στρατιωτικές εφαρμογές και στην ασφάλεια.

Η εργασία ολοκληρώθηκε με το πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο όπου έγινε μία σύντομη έρευνα για οπτικές ίνες όπου απάντησαν 60 άτομα. Παρουσιάσαμε τις ερωτήσεις της έρευνας, τις απαντήσεις καθώς επίσης και τα συμπεράσματα της. Σε γενικές γραμμές καταλάβαμε ότι υπάρχει αρκετά μεγάλη ενημέρωση γύρω από τις οπτικές ίνες. Και το 71,7% ανέφερε ότι ποιο

σημαντική από τις εφαρμογές είναι στην ιατρική ενώ καθόλου χρήσιμη σε μεγάλα ποσοστά θεωρήθηκε ότι είναι το 42,4% η διακόσμηση και ένα μικρό ποσοστό 10,2% στρατός. Κλείνοντας στην ερώτηση εάν πιστεύουμε ότι μελλοντικά έκθεση οπτικών ινών θα φέρει σημαντικά αποτελέσματα για άλλη μία φορά το συντριπτικό ποσοστό του 96,7% αποκρίθηκε θετικά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] CoolWeb.gr (χ.χ). *Τι είναι οι οπτικές ίνες και πως λειτουργούν*; Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://coolweb.gr/ti-einai-optikes-ines-pos-leitourgoun/>
- [2] *Οπτικές Ίνες (Fiber Optics) - Καλώδια Οπτικών Ινών*(χ.χ). Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:K9KFL7M382wJ:dide.zak.sch.gr/plinetza/tech/optikes_ines.pdf&cd=17&hl=el&ct=clnk&gl=gr
- [3] *Οπτικές Ίνες (Fiber Optics) - Καλώδια Οπτικών Ινών* (χ.χ). Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://dide.zak.sch.gr/plinetza/tech/optikes_ines.pdf.
- [4] Wikipedia.(2023). *Οπτική ίνα*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%AF%CE%BD%CE%B1
- [5] Κωνσταντίνου Κ., Χαραλαμπίδου Ε., Χαρίσης Β., Χριστοδούλου Γ. (2013-2014). *Οπτικές Ίνες*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://opt-fibers.mysch.gr/ergasies/opt_fibers_general_info.pdf
- [6] Πλιάκας Σ., Παπαιωάννου Ι. (2017). *Μετάδοση δεδομένων μέσω οπτικής ίνας στο σπίτι (FTTH – Fiber to the Home)*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/3598/cse_38549%20cse_36861.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [7] Λεξικό τεχνικών όρων. (χ.χ). *Εξασθένηση οπτικής ίνας*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: https://shopdelta.eu/e3as8enhsh-optikhs-inas_126_aid811.html
- [8] Παπουλίδης Π. (χ.χ). *Optics*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://slideplayer.gr/slide/11345231/>
- [9] *Οπτικές Ίνες*. (χ.χ). Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://slideplayer.gr/slide/2393867/>
- [10] *Σύγχρονες Εφαρμογές Οπτοηλεκτρονικής*. (χ.χ). Διαθέσιμο στον ιστότοπο: https://eclass.emt.ihu.gr/modules/document/file.php/ED161/2021/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/Optoilektroniki_Kef5.pdf
- [11] *HCN Fiber Connected* (2022). Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.hcn.gr/el/blog/efarmoges-ton-optikon-inon.html>
- [12] *TOP 13 Applications of Optical Fiber in Different Fields*. (2022). Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://conceptsall.com/applications-of-optical-fiber/>
- [13] ETechnoG. (2018-2023). *[BEST] Applications of Optical Fiber, Advantages and Types*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.etechnog.com/2019/06/applications-optical-fiber-advantages-types.html>
- [14] *Applications of Optical fibre* (2023). Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://unacademy.com/content/neet-ug/study-material/physics/applications-of-optical-fibre/>
- [15] tevelec (χ.χ). *10 Incredible Uses of Fiber Optic Cables*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.tevelec.com/10-uses-of-fiber-optic-cables/>
- [16] Nitin Abbey (2022). *Optical Fiber Guide: Definition, Applications, and FAQs*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://www.stl.tech/blog/optical-fiber-guide-definition-applications-and-faqs/>
- [17] Circuit Globe. (2023). *Optical Network*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: <https://circuitglobe.com/optical-network.html>

[18] Vinita Khosia (2018). *A Comprehensive Review of Recent Advancement in Optical Communication Networks*. Διαθέσιμο στον ιστότοπο: Διαθέσιμο στον ιστότοπο: https://www.hcn.gr/el/blog/efarmoges-ton-optikon-inon.html?fbclid=IwAR3NGjk0jG4eEx1cVw701Ov1egfQpE9cZXW_fdxv4aH7_lcSO7oPWXlp8rw

[19] *Designing optical multi-band networks: polyhedral analysis and algorithms* Amal Benhamiche

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα εξωφύλου

<https://www.reporter.gr/Eidhseis/Epicheirhseis/Telecommunication-Equipment-Applications/536438-Pshfiako-%C2%ABalma%C2%BB-gia-thn-Ellada-Shmantikh-ependvsh-stis-optikes-ines>

Εικόνα 1: Οπτική ίνα

https://kedivim.ihu.gr/optikes_ines/

Εικόνα 2: Δομή οπτικής ίνας

http://opt-fibers.mysch.gr/ergasies/opt_fibers_general_info.pdf

Εικόνα 3: Είδη οπτικών ινών

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%AF%CE%BD%CE%B1#/media/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Optical_fiber_types.svg

Εικόνα 3: Παράδειγμα οξείδωσης φάσης ατμού

https://eclass.emt.ihu.gr/modules/document/file.php/ED161/2021/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/Optoilektroniki_Kef5.pdf

Εικόνα 4: Αξονική απόθεση φάσης ατμού

https://eclass.emt.ihu.gr/modules/document/file.php/ED161/2021/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/Optoilektroniki_Kef5.pdf

Εικόνα 5: Παρουσίαση διαδικασίας σχεδιασμού

https://eclass.emt.ihu.gr/modules/document/file.php/ED161/2021/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/Optoilektroniki_Kef5.pdf

Εικόνα 6: Η διαδικασία προσχηματισμού

https://eclass.emt.ihu.gr/modules/document/file.php/ED161/2021/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/Optoilektroniki_Kef5.pdf

Εικόνα 7: Είδη οπτικών ινών

http://dide.zak.sch.gr/plinetza/tech/optikes_ines.pdf

Εικόνα 8: Μονότροπη οπτική ίνα

http://dide.zak.sch.gr/plinetza/tech/optikes_ines.pdf

Εικόνα 9: Οπτική ίνα διακριτού δείκτη

http://dide.zak.sch.gr/plinetza/tech/optikes_ines.pdf

Εικόνα 10: Οπτική ίνα βαθμιαίου δείκτη

http://dide.zak.sch.gr/plinetza/tech/optikes_ines.pdf

Εικόνα 11: Σχέση του συντελεστή εξασθένησης σε ίνα χαλαζία

https://shopdelta.eu/e3as8enhsh-optikhs-inas_l26_aid811.html

Εικόνα 12: Σκέδαση και απορρόφηση

https://shopdelta.eu/e3as8enhsh-optikhs-inas_l26_aid811.html

Εικόνα 13: Η εξασθένηση εξαρτημένη από την RR

https://shopdelta.eu/e3as8enhsh-optikhs-inas_l26_aid811.html

Εικόνα 14: Σκέδαση η οποία συνδέεται με ατέλειες της επιφάνειας του πυρήνα

https://shopdelta.eu/e3as8enhsh-optikhs-inas_l26_aid811.html

Εικόνα 15: Απορρόφηση

https://shopdelta.eu/e3as8enhsh-optikhs-inas_l26_aid811.html

Εικόνα 16: Εξάρτηση συντελεστή εξασθένησης από τη μεταβολή του δείκτη διάθλασης σε ίνα χαλαζία

https://shopdelta.eu/e3as8enhsh-optikhs-inas_l26_aid811.html

Εικόνα 17: Απώλειες λόγω κάμψεων της ίνας

https://shopdelta.eu/e3as8enhsh-optikhs-inas_l26_aid811.html

Εικόνα 18: Οι απώλειες λόγω ανωμαλιών στην δομή της ίνας

https://shopdelta.eu/e3as8enhsh-optikhs-inas_l26_aid811.html

Εικόνα 19 : Οπτικό δίκτυο

<https://www.stl.tech/blog/optical-fiber-guide-definition-applications-and-faqs/>

Εικόνα 20: Τοπολογίες Οπτικών δικτύων

<https://circuitglobe.com/optical-network.html>

Εικόνα 21: BusTopology

<https://circuitglobe.com/optical-network.html>

Εικόνα 22: Ringtopology

<https://circuitglobe.com/optical-network.html>

Εικόνα 23: Startopology

<https://circuitglobe.com/optical-network.html>

Εικόνα 24 : MeshTopology

<https://circuitglobe.com/optical-network.html>

Εικόνα 25: Στοιχεία οπτικού δικτύου

<https://circuitglobe.com/optical-network.html>

Εικόνα 26: Passive Optical Network

<https://www.researchgate.net/publication/328117687>

Εικόνα 27: Αρχιτεκτονική των EON

<https://www.researchgate.net/publication/328117687>

Εικόνα 28: Καλώδιο οπτικών ινών

<https://conceptsall.com/applications-of-optical-fiber/>

Εικόνα 29: Χρήση στην ιατρική

https://www.hcn.gr/el/blog/efarmoges-ton-optikon-inon.html?fbclid=IwAR3NGjk0jG4eEx1cVw70lOv1egfQpE9cZXW_fdxv4aH7_lcSO7oPWXlp8rw

Εικόνα 30: Εφαρμογή σε τηλεφωνία

<https://conceptsall.com/applications-of-optical-fiber/>

Εικόνα 31: Εφαρμογή σε διακόσμηση

https://www.hcn.gr/el/blog/efarmoges-ton-optikon-inon.html?fbclid=IwAR3NGjk0jG4eEx1cVw70lOv1egfQpE9cZXW_fdxv4aH7_lcSO7oPWXlp8rw

Εικόνα 32: Εφαρμογή θυροτηλεόρασης

<https://conceptsall.com/applications-of-optical-fiber/>

Εικόνα 33: Εφαρμογή ασφάλειας

https://www.hcn.gr/el/blog/efarmoges-ton-optikon-inon.html?fbclid=IwAR3NGjk0jG4eEx1cVw70lOv1egfQpE9cZXW_fdxv4aH7_lcSO7oPWXlp8rw