



ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ

Εγγλέζος Παναγιώτης
Καζιάνης Γιώργος
Κατσάνος Βασίλης
Λαγκαδινός Σταύρος

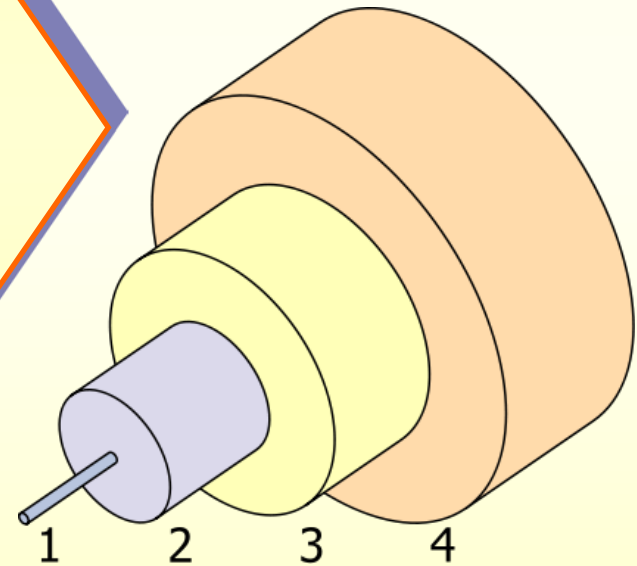
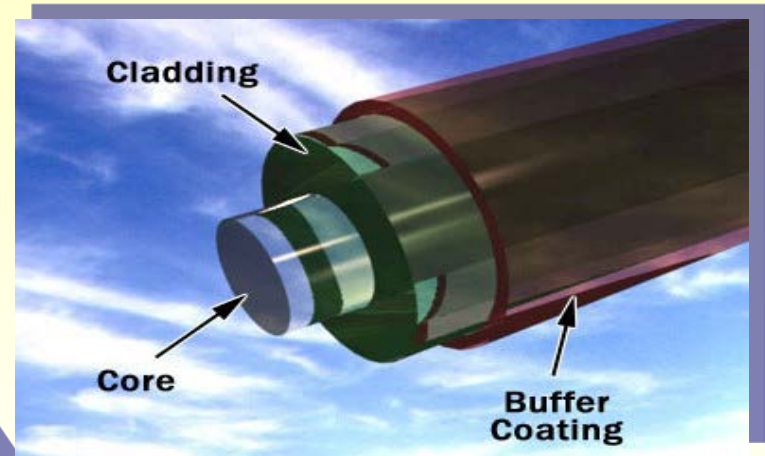
ΔΟΜΗ ΟΠΤΙΚΗΣ ΙΝΑΣ

Κάθε οπτική ίνα αποτελείται από τρία μέρη:

✓Την κεντρική γυάλινη κυλινδρική ίνα, που ονομάζεται **πυρήνας(core)** και είναι το τμήμα στο οποίο διαδίδεται το φως.

✓Την επικάλυψη (απλή ή πολλαπλή), που είναι ένας ομόκεντρος με τον πυρήνα κύλινδρος Η επικάλυψη αυτή ονομάζεται **μανδύας(cladding)**

✓Το **περίβλημα (buffer coating)**, που είναι ένα αδιαφανές πλαστικό.



Πώς γίνεται η μετάδοση των δεδομένων μέσω οπτικών ινών:

- Η φωνή και τα δεδομένα μπορούν εύκολα να μετατραπούν σε ηλεκτρικό σήμα (on/off).
- Ένας πομπός μετατρέπει το ηλεκτρικό σήμα σε παλμούς φωτός (on/off)
- Το μικρότερο κομμάτι της πληροφορίας είναι το bit (δυαδικό ψηφίο).
- Στα συστήματα με φως ένα bit πληροφορίας δίνεται με την παρουσία ή με την απουσία ενός παλμού του φωτός.
- Το παλλόμενο φως μεταφέρεται σε νήματα γυαλιού ή πλαστικού (οπτικές ίνες)
- Όταν οι παλμοί φωτός φτάσουν στο προορισμό τους μετατρέπονται από τον δέκτη σε ηλεκτρικό σήμα.
- Το ηλεκτρικό σήμα στη συνέχεια μετατρέπεται σε φωνή – δεδομένα.

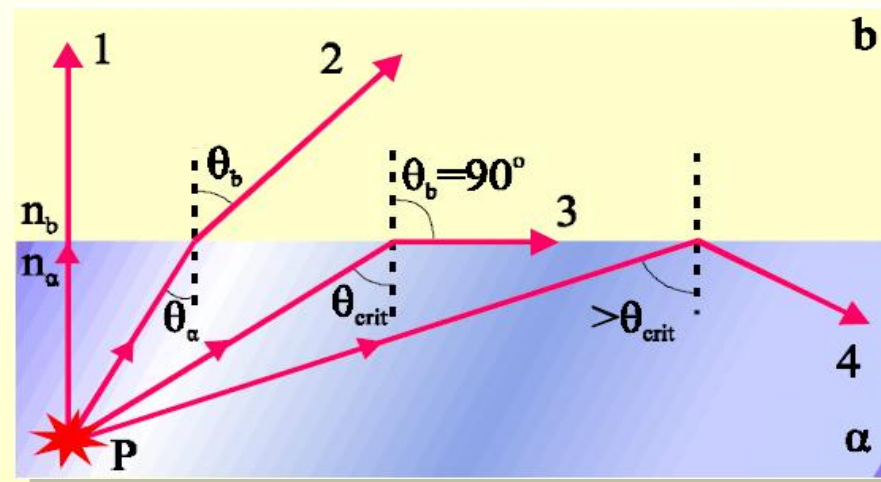
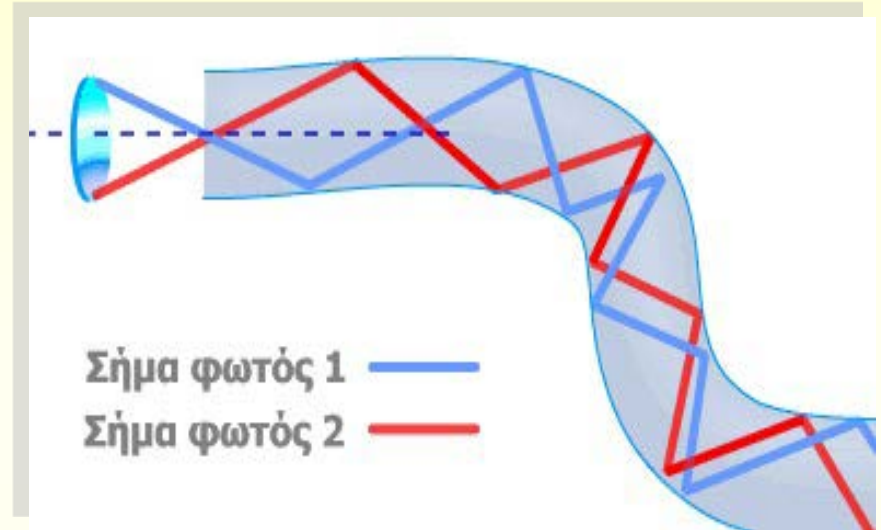
Μετάδοση σήματος μέσα από οπτική ίνα:

Στην τελική μορφή της η οπτική ίνα μοιάζει πολύ με μια λεπτή διάφανη τρίχα.

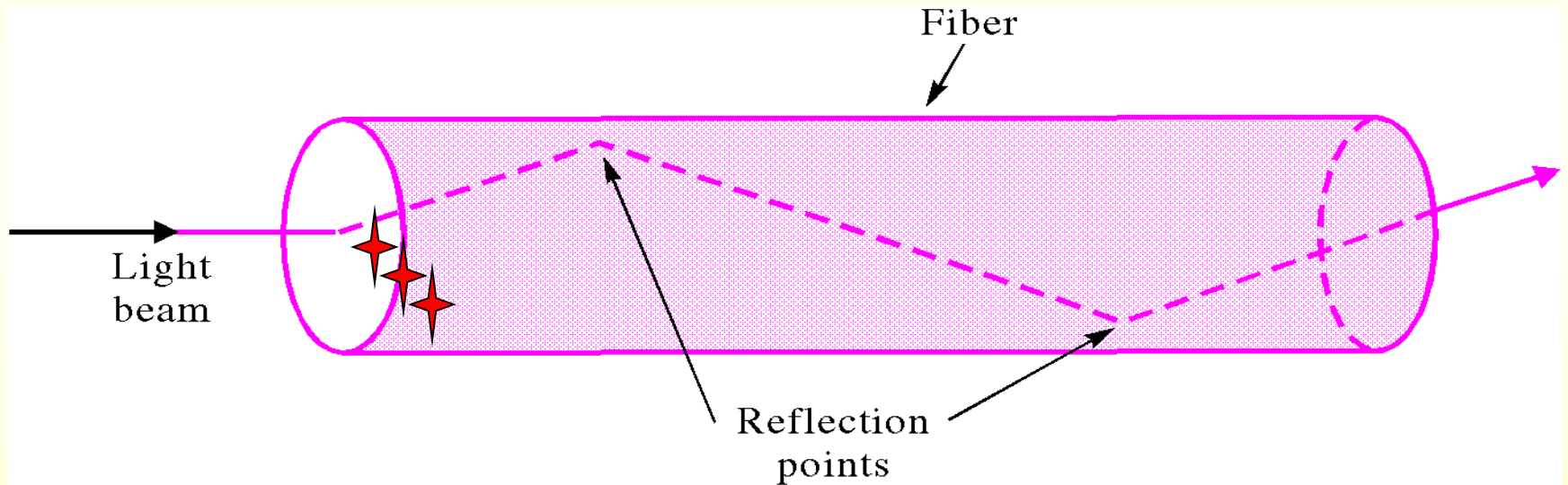
Στο εσωτερικό της το γυαλί μπορεί να μεταδίδει το φως.

Το περίβλημα (το οποίο βρίσκεται εξωτερικά) εξασφαλίζει ότι το φως θα παραμένει **συνεχώς μέσα** στην ίνα.

Το φως «οδηγείται» σύμφωνα με την αρχή της **ολικής ανάκλασης**, όπως αυτή ορίζεται από το νόμο της διάθλασης.



Ολική εσωτερική ανάκλαση



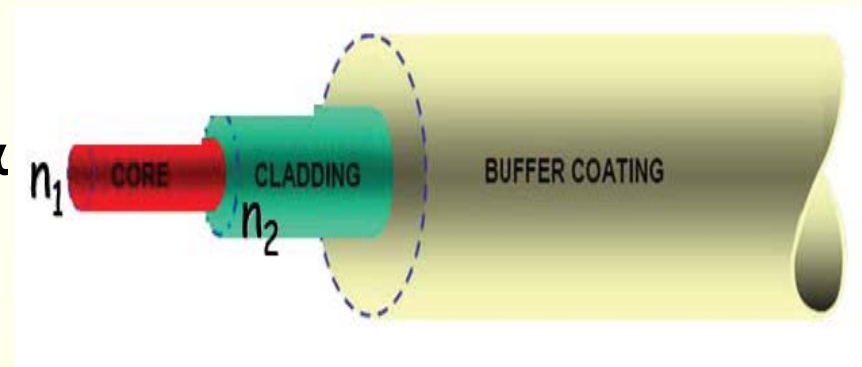
Μεταφορά δέσμης φωτός από ίνα

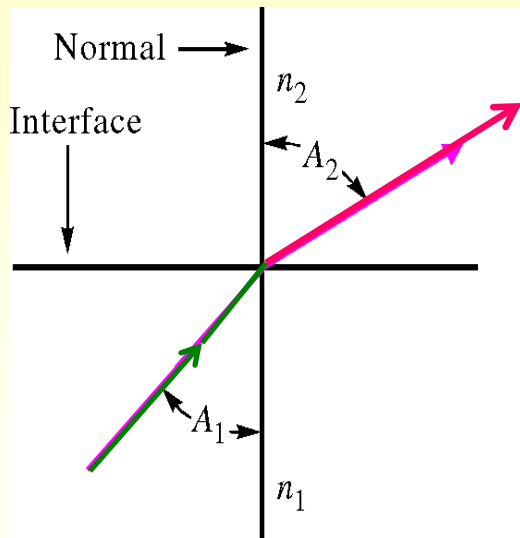
Βασικές προϋποθέσεις για να συμβεί ολική ανάκλαση είναι:

A) Ο δείκτης διάθλασης του εξωτερικού υλικού να είναι μικρότερος από αυτόν του εσωτερικού, δηλαδή $n_1 > n_2$

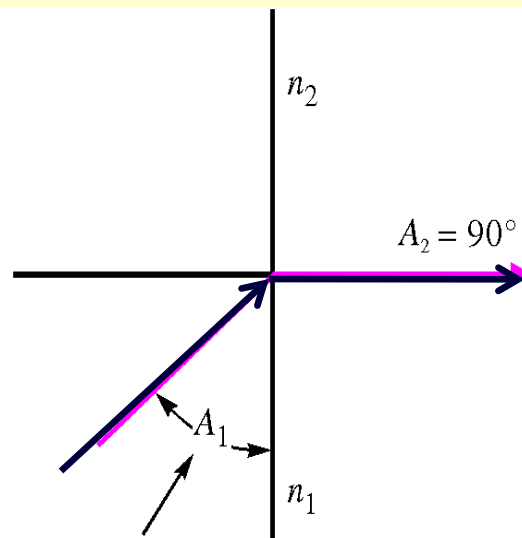
Δηλαδή ο πυρήνας πρέπει να έχει μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης από αυτό της επίστρωσης.

B) Η γωνία πρόσπτωσης της ακτίνας να είναι μεγαλύτερη από κάποια τιμή, που ονομάζεται 'κρίσιμη γωνία'.

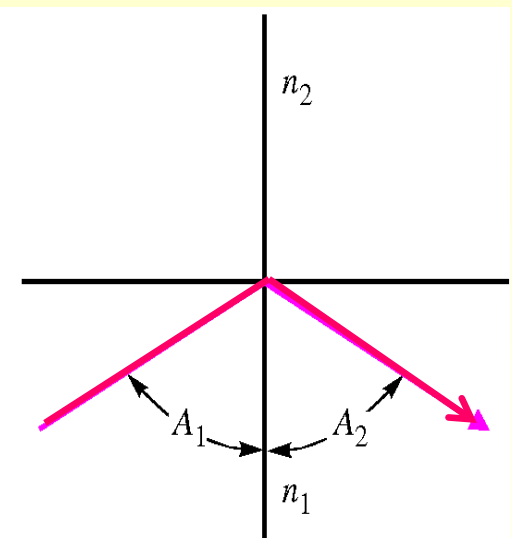




(A)

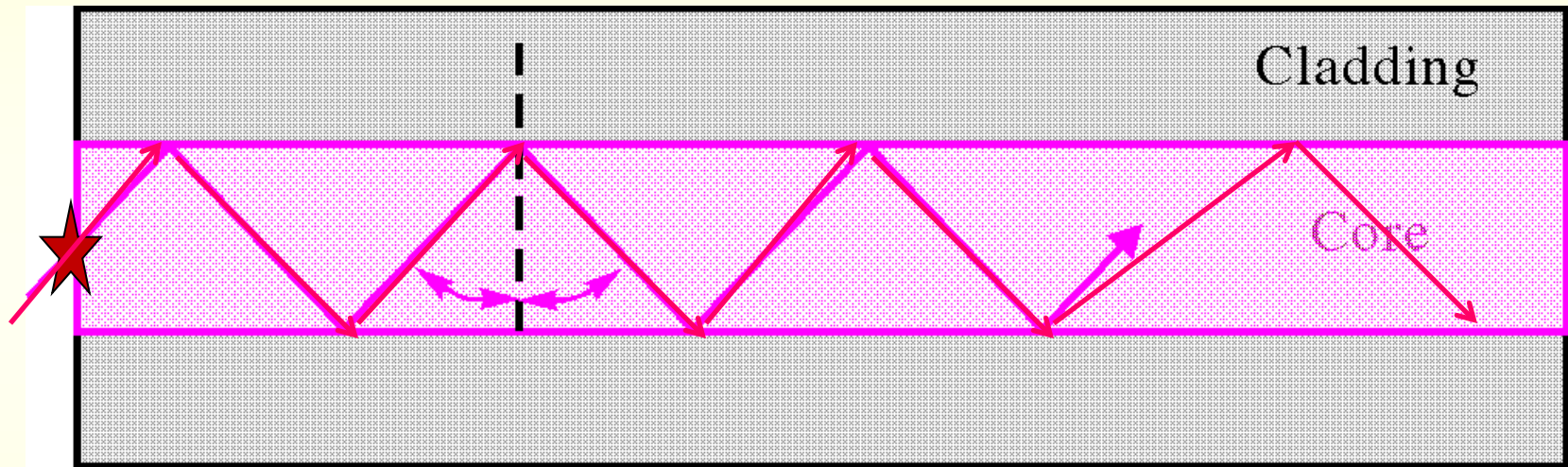


(B)



(C)

Βασικές προϋποθέσεις ανάκλασης



Η ολική εσωτερική ανάκλαση δημιουργεί τη βάση για τη μεταφορά του φωτός στις οπτικές ίνες.

Υλικά κατασκευής οπτικών ινών

1) Γυαλί

- Η φύση των δεδομένων που μεταδίδονται και οι μεγάλες αποστάσεις που καλύπτουν τα καλώδια αυτά, απαιτούν το υλικό κατασκευής τους να είναι απολύτως διαφανές.
- Το γυαλί που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του πυρήνα είναι μεγάλης καθαρότητας. Η περιεκτικότητα σε ακαθαρσίες, ιδιαίτερα στην περίπτωση των μεταβατικών μετάλλων, δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα λίγα εκατομμυριοστά στην περίπτωση ινών για οπτικές εφαρμογές και λίγα δισεκατομμυριοστά προκειμένου περί τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών.
- Στην Ελλάδα υπάρχει εργοστάσιο κατασκευής οπτικών ινών από οξείδιο του πυριτίου με πρώτη ύλη την άμμο.

Τα βασικά υλικά κατασκευής γυάλινων οπτικών ινών είναι τα εξής :

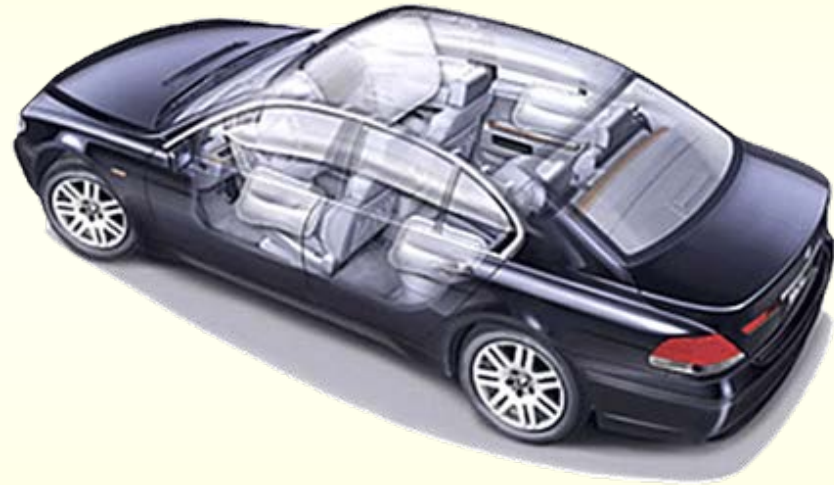
- Διοξείδιο του πυριτίου (Silica (SiO_2))
- Υγρό τετραχλωριούχο πυρίτιο (SiCl_4)
- Τετραχλωριούχο γερμάνιο (GeCl_4)
- Οξυχλωριούχος φωσφόρος (POCl_3)

Στις γυάλινες οπτικές ίνες, ως βασικό υλικό παραγωγής χρησιμοποιείται το **οξείδιο του πυριτίου**. Προκειμένου ο πυρήνας να έχει μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης από αυτό της επίστρωσης, **νοθεύουμε το διοξείδιο του πυριτίου με διάφορα οξείδια**. Για λόγους προστασίας τοποθετείται μια επικάλυψη (πρόσθετο προστατευτικό περίβλημα) από συνθετικό ή πολυμερές υλικό το οποίο έχει σαν στόχο την προστασία της ίνας από πιθανά τραβήγματα, όπου είναι επικίνδυνο να σπάσει το γυαλί, το οποίο αποτελεί τον πυρήνα της ίνας.

Οι γυάλινες οπτικές ίνες μεταφέρουν μήκη κύματος που κυμαίνονται στο υπέρυθρο φάσμα.

2) Οπτικές ίνες από πλαστικό

- Οπτικές ίνες, οι οποίες κατασκευάζονται από πλαστικό χρησιμοποιούνται σε ΗΠΑ και Ιαπωνία εδώ και 15 χρόνια.
- Οι οπτικές ίνες που είναι κατασκευασμένες από πλαστικό λειτουργούν καλύτερα όταν τα μήκη των κυμάτων τα οποία μεταφέρουν κυμαίνονται στο οπτικό φάσμα.



Πάνω από 40 μοντέλα αυτοκινήτων στην Ευρώπη χρησιμοποιούν πλαστικές οπτικές ίνες για μετάδοση δεδομένων

Πλεονεκτήματα πλαστικών οπτικών ινών

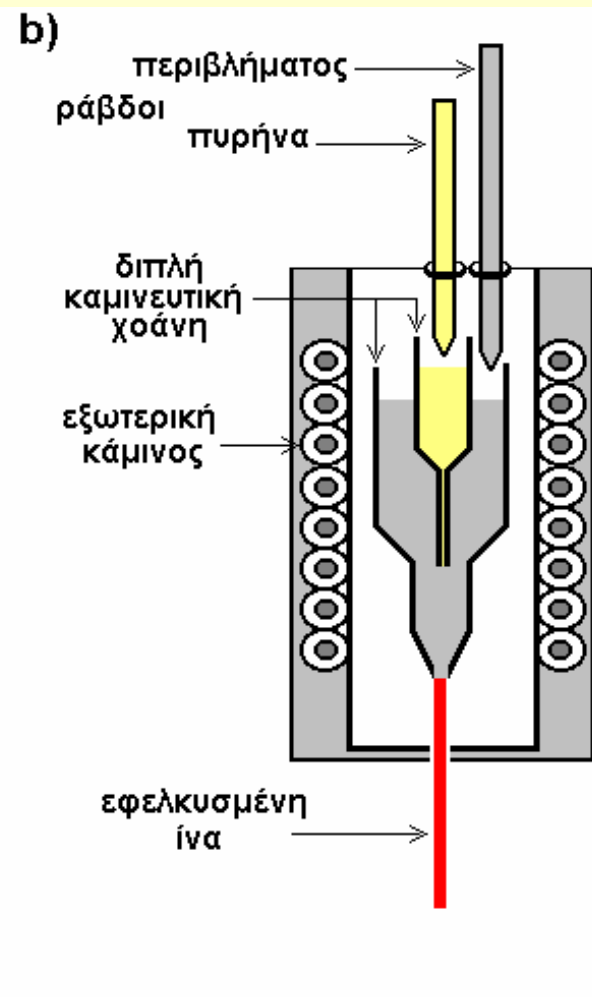
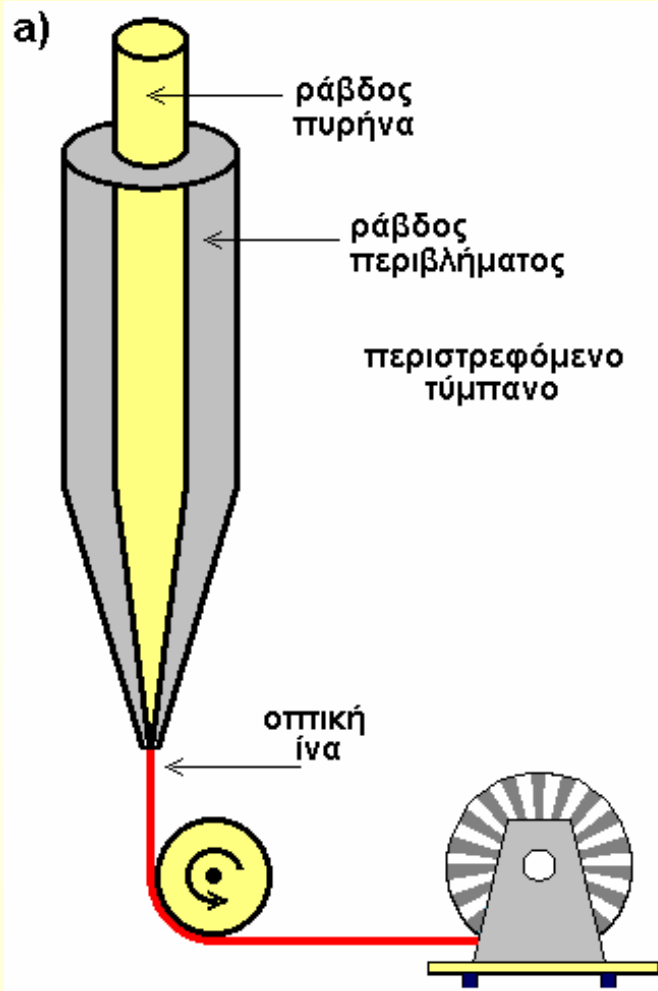
- ❑ Μπορούν να έχουν πολύ μικρές διαστάσεις. (Εξωτερική διάμετρο 0.52 in.)
- ❑ Η φωτεινή δέσμη παραμένει μέσα στην ίνα ακόμη και όταν αυτή είναι λυγισμένη.
- ❑ Είναι ιδανικές για βιομηχανική χρήση γιατί είναι ανθεκτικές σε δονήσεις και κτυπήματα.
- ❑ Επειδή μεταφέρουν ορατό φως δεν είναι απαραίτητες προδιαγραφές ασφαλείας.
- ❑ Έχουν μικρότερο κόστος εγκατάστασης.
- ❑ Δεν επηρεάζονται από άλλα ηλεκτρομαγνητικά σήματα.



Τρόποι κατασκευής οπτικών ινών:

- Στην περίπτωση ινών για **οπτικές εφαρμογές**, η βασική τεχνική παραγωγής βασίζεται στη **μέθοδο ράβδου-σωλήνα**, όπου μπορεί ταυτόχρονα να εφελκυσθεί ένα ζεύγος αποτελούμενο από γυάλινη ράβδο και γυάλινο σωλήνα, προσαρμοσμένα μεταξύ τους, με διαφορετικούς δείκτες διάθλασης. Από τη ράβδο παράγεται ο πυρήνας και από τον σωλήνα μανδύας.

- Η μέθοδος της **διπλής χοάνης** χρησιμοποιείται σε ίνες που προορίζονται για **τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές**. Σε αυτές τις εφαρμογές απαιτείται η βαθμιαία κατανομή του δείκτη διάθλασης μέσα στον πυρήνα. Η πρώτη χοάνη περιέχει το υλικό του πυρήνα και τοποθετείται μέσα στη δεύτερη που περιέχει το υλικό του περιβλήματος.



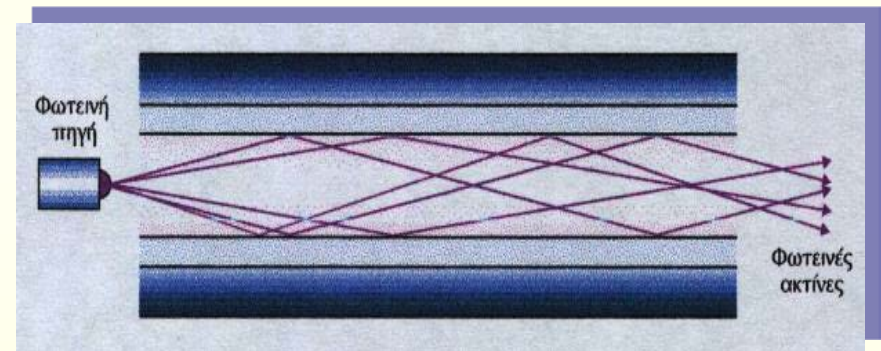
Τύποι οπτικών ινών- Τρόποι μετάδοσης

 **Πολύτροπες οπτικές ίνες (Multimode fiber optics)**

 **Μονότροπες οπτικές ίνες (Single mode fiber optics)**

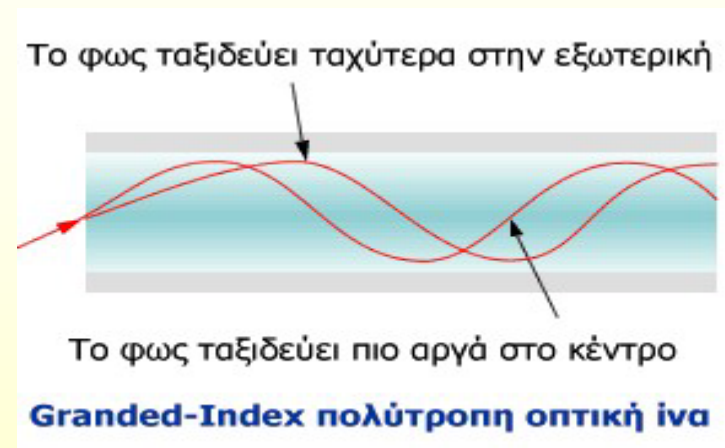
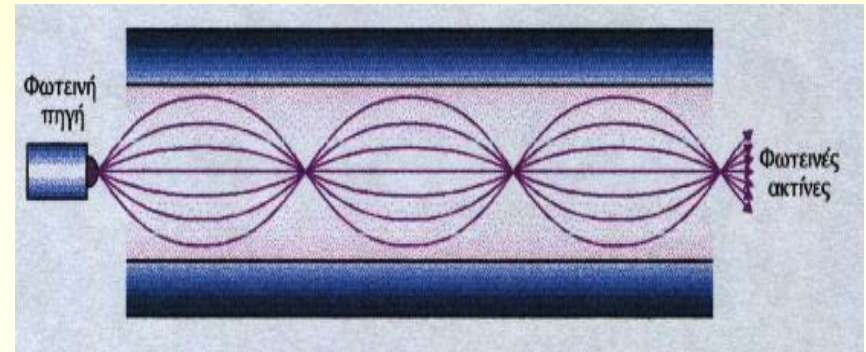
Πολύτροπες ίνες βηματικού δείκτη διάθλασης (Step index)

- Η κεντρική ίνα στις step index ίνες έχει διάμετρο που κυμαίνεται από 100μm έως 200μm.
- Το προφίλ του συντελεστή διάθλασης παρουσιάζει μια σταθερή τιμή στην κεντρική ίνα και μια απότομη αύξηση στο σημείο επαφής με την επίστρωση. Η πορεία των ακτίνων είναι η εξής:



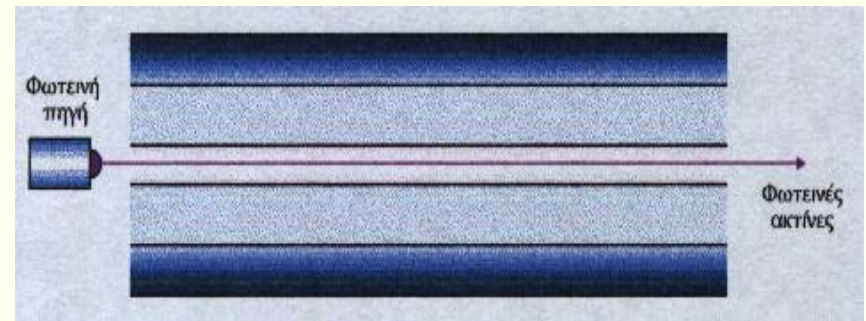
Πολύτροπες ίνες διαβαθμισμένου δείκτη διάθλασης (Graded index)

- Η διάμετρος της κεντρικής ίνας, στις ίνες graded index multi mode, είναι 50 ή 62.5 μm .
- Οι graded index ίνες χαρακτηρίζονται από μια βαθμιαία μείωση του συντελεστή διάθλασης του υλικού όσο απομακρυνόμαστε από το κέντρο και προς την εξωτερική επιφάνεια της κεντρικής ίνας. Η πορεία των ακτίνων σε μια τέτοια ίνα είναι:



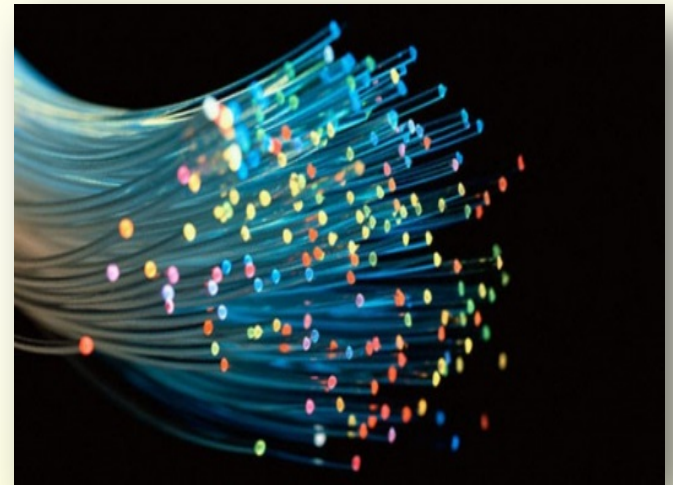
Μονότροπες οπτικές ίνες (Single mode fiber optics)

- Η διάμετρος της κεντρικής ίνας είναι πολύ μικρή και πλησιάζει περίπου το επίπεδο του μήκους κύματος του εκπεμπόμενου σήματος.
- Στην περίπτωση αυτή, έχουμε έναν μόνο δυνατό τρόπο μετάδοσης του οπτικού σήματος, τον αξονικό.
- Η πορεία των ακτίνων σε μια τέτοια οπτική ίνα είναι:



Πλεονεκτήματα οπτικών ινών

1. Μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων
2. Πολύ μικρή εξασθένηση σήματος
3. Μικρές διαστάσεις (125μm)
4. Δεν επηρεάζονται από ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες
5. Προστασία δεδομένων από υποκλοπή
6. Ηλεκτρική μόνωση
7. Μικρό κόστος πρώτης ύλης



Μειονεκτήματα οπτικών ινών

- Υψηλό κόστος ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, ειδικά αν γίνεται χρήση οπτικών ινών σε μικρές αποστάσεις.
- Δυσκολία δημιουργίας διακλαδώσεων και συνδέσεων, καθώς απαιτείται βέλτιστη προσαρμογή και ευθυγράμμιση.
- Ευαίσθησία σε μηχανικές καταπονήσεις (γυάλινες).
- Δυσκολία στον καθαρισμό και στη συντήρηση.

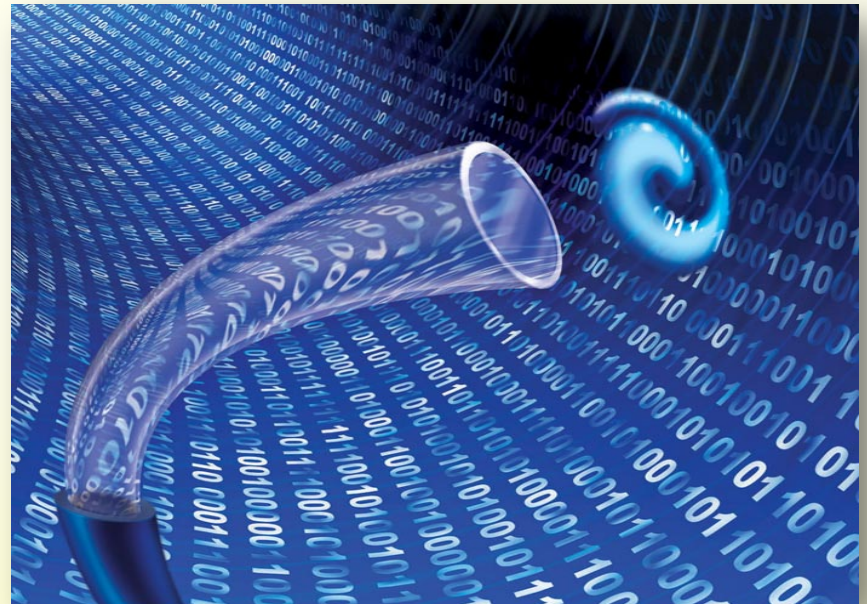
Εφαρμογές οπτικών ινών

- Τηλεπικοινωνίες
- Ιατρική
- Αυτοματισμός
- Βιομηχανικός έλεγχος
- Συστήματα οικονομικών υπηρεσιών
- Φωτισμός



Εφαρμογές οπτικών ινών στις τηλεπικοινωνίες :

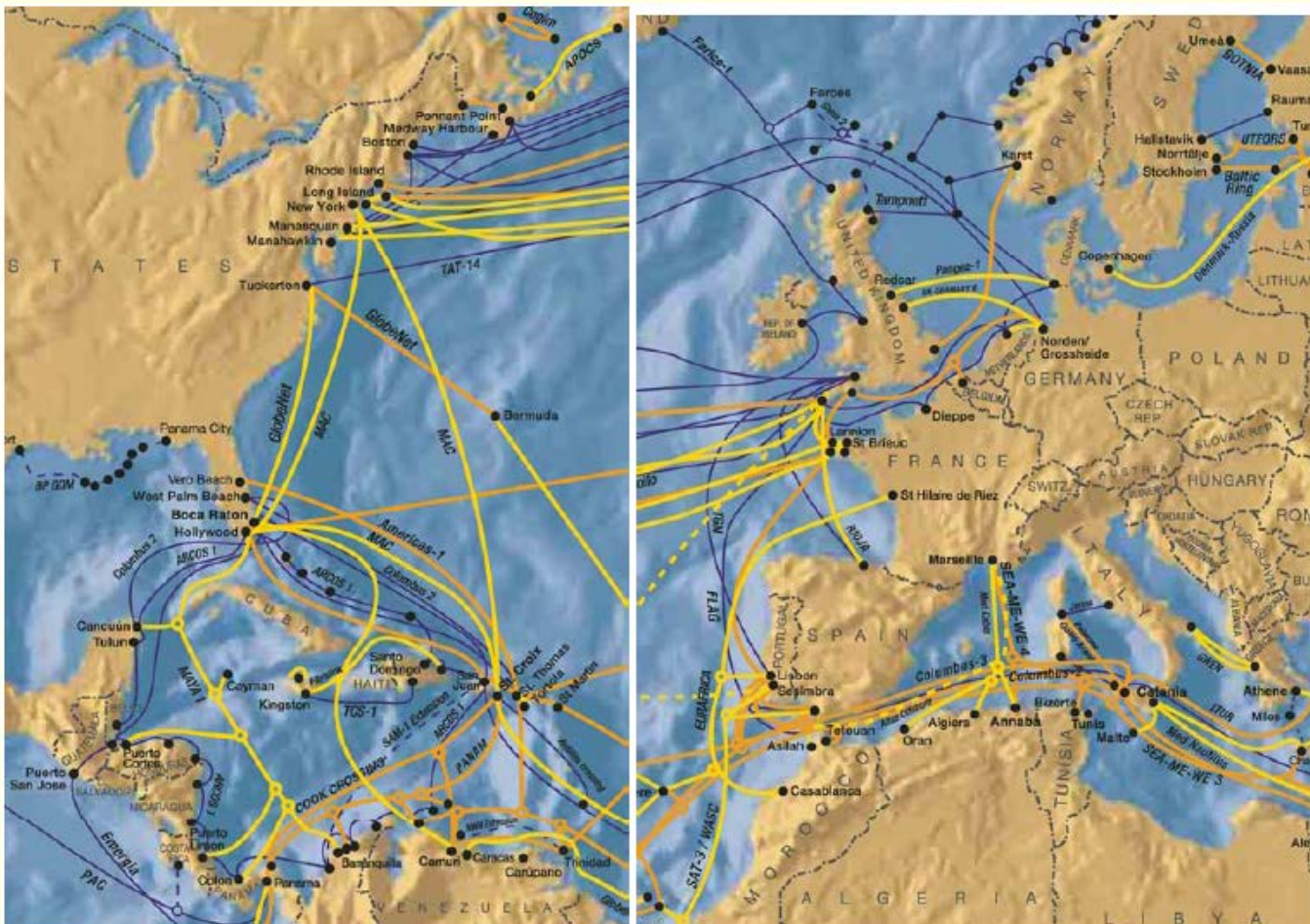
- Τηλεφωνία
- Καλωδιακή τηλεόραση
- Ίντερνετ



Διείσδυση οπτικών ινών στην Ελλάδα

- Η στροφή προς τις υψηλές τεχνολογίες, κυρίως στο πλαίσιο της Ψηφιακής Στρατηγικής (2006-2013) έχει οδηγήσει στη βελτίωση των περισσότερων δεικτών Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για την Ελλάδα.
- Η Ελλάδα παρουσιάζει ιδιαίτερα γρήγορο ρυθμό ανάπτυξης της ευρυζωνικής διείσδυσης.
- Ο ΟΤΕ έχει αντικαταστήσει μέχρι σήμερα ένα μεγάλο μέρος του παλιού δικτύου του με δίκτυο οπτικών ινών
- Ο ελληνικός τομέας ΤΠΕ προφέρει μοναδικές ευκαιρίες για επένδυση σε υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας με παγκόσμια εμβέλεια.
- Το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ) ιδρύθηκε το 1983 και είναι από τα μεγαλύτερα ερευνητικά κέντρα της Ελλάδας.

Σήμερα: Δίκτυο πάνω από 50000 Km υποθαλάσσιου δικτύου οπτικών ινών



ΠΗΓΕΣ:

- http://www.citytec.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=83&Itemid=27
- <http://gym-n-efkarp.thess.sch.gr/old/optikiina.htm>
- www.eng.ucy.ac.cy/gellinas/LECTURE02.pdf
- http://www.hep.upatras.gr/class/download/met_pli/optikes_ines.pdf
- Fibre Optics and Optical Communications, Dr Periklis Petropoulos, Optoelectronics Research Centre University of Southampton
- ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ, Πανταζής Παναγιώτης
- <https://sites.google.com/site/ganeshbilla>