

απαιτούν ισχυρούς ενισχυτές. Όμως οι αναλογικοί ενισχυτές μπορούν να μεταδώσουν προς μία μόνο κατεύθυνση, με αποτέλεσμα να απαιτείται είτε διπλή καλωδίωση είτε χρησιμοποίηση δύο διαφορετικών συχνοτήτων ανά κατεύθυνση.

Τα ομοαξονικά καλώδια ευρείας ζώνης είναι, από τεχνική άποψη, κατώτερα των καλωδίων βασικής ζώνης, όμως είναι τόσο διαδεδομένη η χρήση τους, ώστε οι εταιρείες καλωδιακής τηλεόρασης αναμένεται ότι πολύ σύντομα θα είναι σε θέση να τα χρησιμοποιούν για την παροχή υπηρεσιών τηλεφώνου και για τη μετάδοση δεδομένων.

### 1.2.2.3 Οπτικές ίνες

Με τις οπτικές ίνες η μεταφορά των πληροφοριών γίνεται με παλμούς φωτός και όχι με ηλεκτρικά σήματα (σχήμα 1.15). Ένα οπτικό σύστημα μετάδοσης συνίσταται από τρία στοιχεία, την πηγή, το μέσο μετάδοσης, που είναι η οπτική ίνα, και τους οπτικο-ηλεκτρονικούς συζευκτές. Στην απλούστερη των περιπτώσεων η πηγή προσαρμόζεται στο ένα άκρο της οπτικής ίνας και ο συζευκτής στο άλλο. Οι παλμοί του φωτός μεταδίδονται διαμέσου της οπτικής ίνας στο άλλο άκρο, όπου ο συζευκτής τους μετατρέπει σε ηλεκτρικά σήματα. Σημειώνουμε ότι κάθε παλμός φωτός αντιπροσωπεύει το δυαδικό ψηφίο 1, ενώ η απουσία παλμού το δυαδικό ψηφίο 0.

Στην περίπτωση μας όμως τα δεδομένα δημιουργούνται από υπολογιστές και επομένως τα ηλεκτρικά σήματα θα πρέπει να μετατραπούν σε παλμούς φωτός. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί και πάλι από το συζευκτή, ο οποίος τώρα παίρνει τα ηλεκτρικά σήματα που δημιουργούνται από τον υπολογιστή και τα χρησιμοποιεί άμεσα για τη δημιουργία παλμών φωτός, οι οποίοι αναπαριστούν την ίδια την πληροφορία. Φυσικά η αντίστροφη διαδικασία εκτελείται από έναν άλλο συζευκτή, ο οποίος βρίσκεται στο άλλο άκρο της οπτικής ίνας και μετατρέπει τους παλμούς φωτός στα αρχικά ηλεκτρικά σήματα που στάλθηκαν.

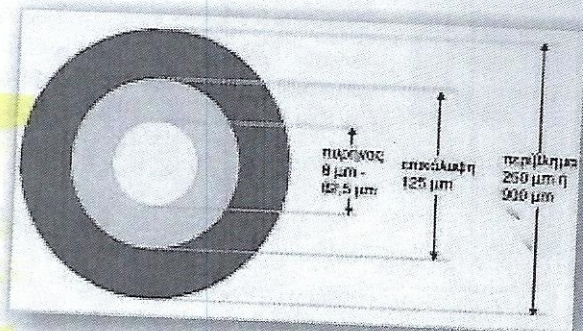
Το φως μεταδίδεται προς μία πάντα κατεύθυνση μέσα από τον **πυρήνα** της οπτικής ίνας, ο οποίος είναι ένα κυλινδρικό συνεχόμενο νήμα γυαλιού ή πλαστικού. Ο πυρήνας περιβάλλεται από μια μονωτική **επικάλυψη** και αυτή με τη σειρά της από



Οι οπτικο-ηλεκτρονικοί συζευκτές παίρνουν τα ηλεκτρικά σήματα που δημιουργούνται από τους υπολογιστές και τα χρησιμοποιούν άμεσα για τη δημιουργία παλμών φωτός, οι οποίοι αναπαριστούν την ίδια την πληροφορία.

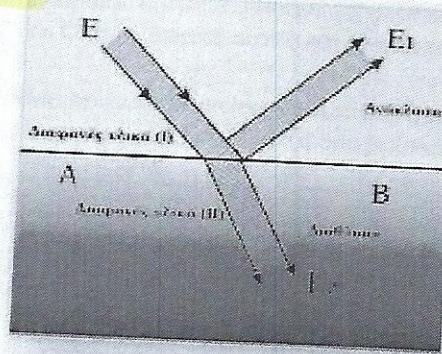


Σχήμα 1.15: Μετάδοση του φωτός μέσα σε μια οπτική ίνα.



Σχήμα 1.16: Οπτική ίνα.

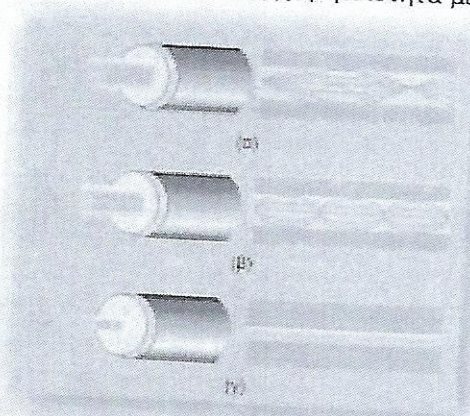
ένα ειδικό προστατευτικό **περίβλημα** (σχήμα 1.16). Ο πυρήνας και η μονωτική επικάλυψη είναι φτιαγμένοι από υλικά με διαφορετικό δείκτη διάθλασης, έτσι ώστε ο δείκτης ανάκλασης του φωτός στον πυρήνα να είναι λίγο μεγαλύτερος από αυτόν στην επικάλυψη. Αυτό προκαλεί τις συνεχόμενες ανακλάσεις του φωτός μέσα στον κυλινδρικό πυρήνα (σχήμα 1.17). Επειδή ο αγωγός από γυαλί είναι μονόπλευρης κατεύθυνσης και προκειμένου να εξασφαλιστεί η μετάδοση και από τα δύο άκρα, το οπτικό καλώδιο αποτελείται από περισσότερες από μία ανεξάρτητες οπτικές ίνες. Λόγω του ότι κάθε οπτική ίνα είναι πολύ λεπτή και ελαφριά, το οπτικό καλώδιο είναι πολύ λεπτότερο και ελαφρύτερο σε σχέση με τα καλώδια άλλων υλικών κατασκευής.



Σχήμα 1.17: Φαινόμενο της διάθλασης - ανάκλασης του φωτός

**Διάθλαση** (σχήμα 1.17) λέγεται το φαινόμενο της αλλαγής της κατεύθυνσης (E) του φωτός, όταν αυτό προερχόμενο από το διαφανές υλικό (I) διαπερνά το διαφανές υλικό (II) στο οποίο προσπίπτει με κατεύθυνση (E<sub>2</sub>). Ο δείκτης διάθλασης εξαρτάται από την πυκνότητα του υλικού (II). Ειδικά στην περίπτωση της οπτικής ίνας το ποσοστό του φωτός που διαθλάται είναι μικρότερο του 10%.

Οι τύποι καλωδίωσης της οπτικής ίνας ποικίλλουν ανάλογα με τα φυσικά τους χαρακτηριστικά και τη χωρητικότητα μετάδοσης. Όπως φαίνεται και στο σχήμα



Σχήμα 1.18: Τύποι οπτικών ινών που χρησιμοποιούνται στη μετάδοση του φωτός: πολύτροπες (α, β), μονότροπες (γ).

1.18, ανάλογα με το δείκτη ανάκλασης και ορισμένα χαρακτηριστικά της οπτικής διάδοσης οι οπτικές ίνες διακρίνονται σε **μονότροπες (single-mode)** και **πολύτροπες (multi-mode)**.

Επειδή το σύστημα οπτικής μετάδοσης δεν παρουσιάζει παρεμβολές από ηλεκτρικά ρεύματα, η οπτική ίνα έχει δυνατότητα υψηλών ρυθμών μετάδοσης σε πολύ μακρινές αποστάσεις, οι οποίοι σήμερα φθάνουν τα 2 Gbps. Έτσι με τη χρήση των οπτικών ινών ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων εκατοπλασιάστηκε μέσα σε μια δεκαετία, ενώ η υπολογιστική ισχύς των υπολογιστών δεκαπλασιάστηκε στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Όταν το φως, διαπερνώντας το διαφανές υλικό (I) με κατεύθυνση (E), δεν μπορεί να διαπερνήσει το διαφανές υλικό (II) στο οποίο προσπίπτει, επιστρέφει με διαφορετική κατεύθυνση (E<sub>2</sub>) στο διαφανές υλικό (I). Το φαινόμενο αυτό λέγεται **ανάκλαση** (σχήμα 1.17). Ο δείκτης ανάκλασης εξαρτάται από την πυκνότητα του υλικού (I). Ειδικά στην περίπτωση της οπτικής ίνας το ποσοστό του φωτός που ανακλάται πλησιάζει το 100%.

### 1.2.3 Ασύρματα μέσα μετάδοσης

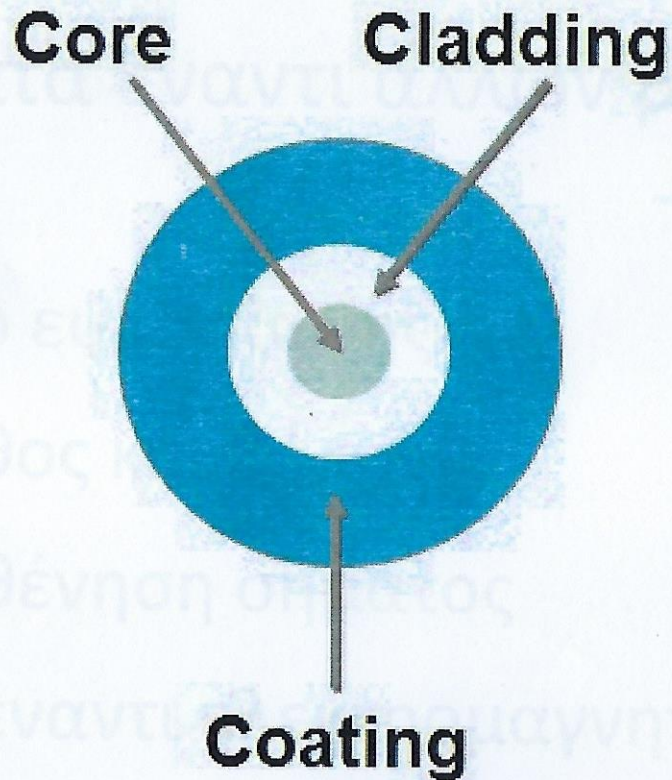
Οι ασύρματες μεταδόσεις δεν απαιτούν καλωδιακό μέσο για την επικοινωνία. Το μέσο μετάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι η γήινη ατμόσφαιρα ή το διάστημα. Η περιοχή των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται στα ασύρματα συστήματα κυμαίνεται

## Οπτική Ίνα (1/2)

- Λεπτό (2 έως 125  $\mu\text{m}$ ), εύκαμπτο μέσο ικανό να μεταφέρει οπτικές ίνες
- Κατασκευάζεται από πλαστικό και γυαλί διαφόρων τύπων
- Έχει κυλινδρικό σχήμα και αποτελείται από τρεις ομόκεντρους τομείς, τον πυρήνα (core), την επένδυση (cladding) και το χιτώνιο (jacket-coating)



# Οπτική Ίνα (2/2)



Διατομή οπτικής ίνας



# Πλεονεκτήματα οπτικής ίνας

- Πλεονεκτήματα έναντι άλλων μέσων μετάδοσης:
  - Μεγαλύτερο εύρος ζώνης
  - Μικρό μέγεθος και βάρος
  - Μικρή εξασθένηση σήματος
  - Προστασία έναντι ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών
  - Μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ επαναληπτών



# Συγκρ. Τύποι Οπτικής Ίνας



- Υπάρχουν δύο είδη οπτικών ινών, που χρησιμοποιούνται ανάλογα την εφαρμογή και την επιδιωκόμενη απόσταση κάλυψης:
  - Απλού τύπου (single-mode): τα κύματα φωτός ταξιδεύουν σε ευθεία γραμμή και τα δεδομένα αποστέλλονται σε μεγάλες αποστάσεις.
  - Πολλαπλού τύπου (multi-mode): στέλνουν παράλληλα, σε ξεχωριστό μονοπάτι, πολλά κύματα φωτός. Το κάθε κύμα φωτός, εισέρχεται στην οπτική ίνα υπό διαφορετική γωνία και μεταδίδεται εκμεταλλευόμενο τις ανακλάσεις στο μέσο.

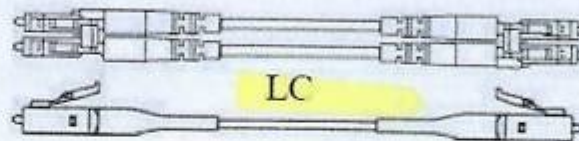


## Συνδέσεις με ίνες

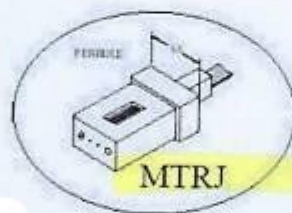
- ST



- SC



LC



Especially note SC,  
ST, LC, and MTRJ