

# Fiber Optics & Τ.Π.Β.Ε./Τ.Δ.ΚΟΖ-ΚΑΣΤ-ΦΛΩΡ&ΓΡΕΒ

**Εισηγητής: Παύλος Παν. Παπουλίδης**

## Τι είναι η Οπτική Ινα (FIBER)

- Εξωτερικά θα μπορούσε να την παρουσιάσει κανείς με πετονιά φαρέματος
- Αυτό δε θα ήταν μεγάλο λάθος
- Το fiber είναι κατασκευασμένο από ένα είδος γυαλιού (SiO<sub>2</sub>)
- Το πάχος(διάμετρος) είναι λιγότερο από ΈΝΑ ΧΙΛΙΟΣΤΟ του μέτρου
- Το βάρος της περίπου όσο μιας πετονιάς φαρέματος
- Όμως η ΟΥΣΙΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ από μια πετονιά είναι κάτι παραπάνω από ΤΕΡΑΣΤΙΑ.

Παύλος Παν. Παπουλίδης

## Οπτικές Ινες

- Το γυαλί που είναι φτιαγμένη έχει κατασκευαστεί κάτω από ειδικές εργαστηριακές συνθήκες ελεγχόμενες από Η/Υ και έχει εκπληκτική καθαρότητα (διαύγεια).

**2.4.1 Chemical Vapor Deposition - Inside MCVD Method**  
Most telecommunication cables are manufactured using this method. It produces ultra-pure and large lengths.

A tube of highly pure quartz is a precursor of glass. With Oxygen Chloride, phosphorus pentoxide, as dopants on the inside of the tube the reactor gradual inside profile of shaping.

In a secondary heating the inner layer is collapsed into a solid. The glass is pulled to the required secondary coating of glass is up.

## Οπτικές Ινες

- Και λίγο χημεία

**Σημειώσεις:**  
 Η βασική χημική αντίδραση που είναι παρόμοια με αυτή του γυαλιού είναι:  
 $SiCl_4(g) + O_2(g) \rightarrow SiO_2(s) + 2Cl_2(g)$  (Υψηλή Παρονομιότητα)  
 $GeCl_4(g) + O_2(g) \rightarrow GeO_2(s) + 2Cl_2(g)$  (Υψηλή Παρονομιότητα)

Core / Cladding Interface

## Οπτικές Ινες

- Όπως καταλαβαίνει κανείς το μόνο πράγμα που διαδίδεται μέσω μιας τέτοιας μορφής μέσου διάδοσης είναι το ΦΩΣ.

## Ινσοπτική Επικοινωνία:

Το οπτικό σήμα διαδίδεται διαμέσου ινσοπτικού κυματοδηγού (χρήση οπτικών ινών).

Γενικευμένη άποψη ενός ινσοπτικού τηλεπικοινωνιακού συστήματος

Ηλεκτρο-Οπτικός Μορφοτροπέας      Οπτο-Ηλεκτρονικός Μορφοτροπέας

Τεχνικές Διαμόρφωσης :  
 - Αναλογική για μικρές αποστάσεις(καλωδιακή TV)  
 - Ψηφιακή (ON-OFF)

π. ΠΑΠΟΥΛΙΔΗΣ

## ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ

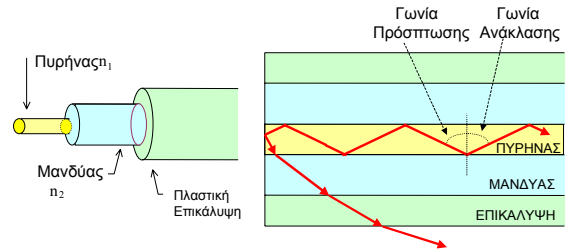
- ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΥΛΙΚΑ ΓΥΑΛΙΟΥ
- ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ
- ΕΠΙΤΕΥΓΜΑΤΑ

- \* 1910 : Δ. Χόνδρος η πρώτη δημοσίευση επιστημονικά τεκμηριωμένης εργασίας
- \* 1950 : Συνεχίζονται οι μελέτες για μετάδοση , για πρώτη φορά λεπτοί γυάλινοι ράβδοι.
- \* 1966 : 1 db/30 cm Η πρώτη μετάδοση μέσω οπτικής ίνας από Τσαρλς Κάο & Τζόρτζ Χόκμακ.
- \* 1970 : 20 db/km
- \* 1980 : 1 db/km
- \* 1988 : 0.2 db/km
- \* 1998 : 0.15 db/km

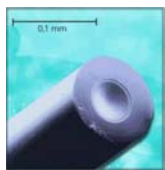
Παπαυλάκης Παύλος

## - ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ & ΚΑΛΩΔΙΑ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ

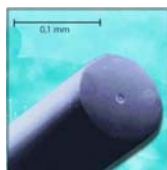
Η δομή της οπτικής ίνας :



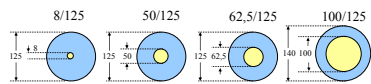
Τυποποιημένα μεγέθη οπτικών ινών:



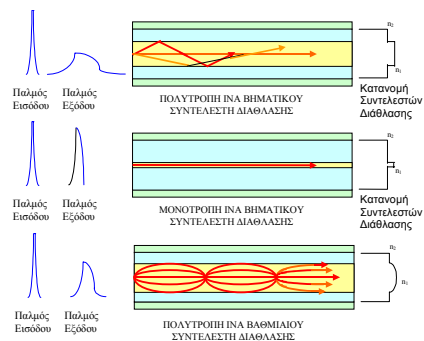
Πολύτροπη ίνα



Μονότροπη ίνα

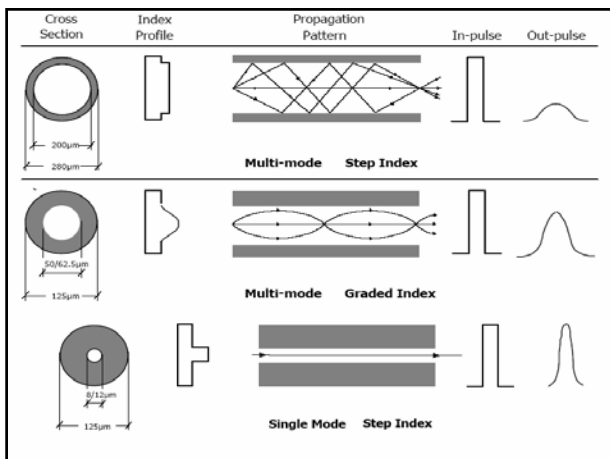


Π. ΠΑΠΟΥΛΑΚΗΣ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε.  
ΤΗΛΕΠ.Β.Ο.Ρ.ΕΛΛΑΔΟΣ / ΔΙΑΜ.Δ.Υ.Τ.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Π. ΠΑΠΟΥΛΑΚΗΣ



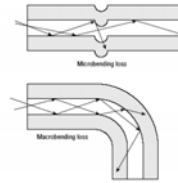
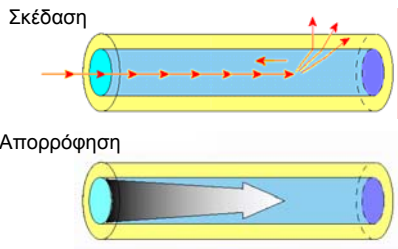
Κύρια Μεταδοσικά Χαρακτηριστικά Μονότροπων Οπτικών Ινών:

- **Εξασθένηση**
  - Απορρόφηση
  - Σκέδαση (Rayleigh, Brillouin, Mie)
- **Διασπορά**
  - Χρωματική διασπορά (διασπορά υλικού)
  - Διασπορά κυματοδηγού
  - Διασπορά τρόπου πόλωσης
- **Μη-γραμμικά Φαινόμενα**
  - Αυτοδιαμόρφωση φάσης (Self Phase Modulation - SPM)
  - Εξαναγκασμένη σκέδαση Brillouin
  - Εξαναγκασμένη σκέδαση Raman
- **Φαινόμενα Διαφωνίας**
  - Τετρακυματική Μίξη (Four Wave Mixing - FWM)
  - Διαφαστική διαμόρφωση (Cross-Phase Modulation - XPM)

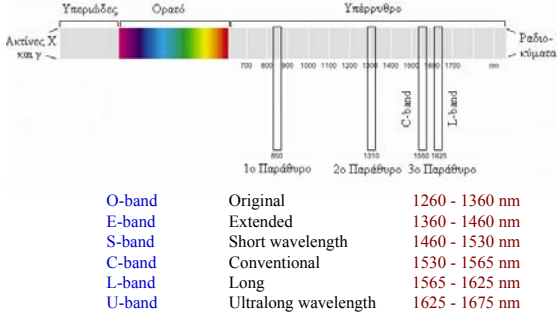


ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε.  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ

### Μηχανισμοί Εξασθένησης σε Μονότροπη Οπτική Ίνα



### Φασματική Περιοχή Οπτικών Τηλεπικοινωνιών



### Χαρακτηριστική Εξασθένησης σε Μονότροπη Οπτική Ίνα

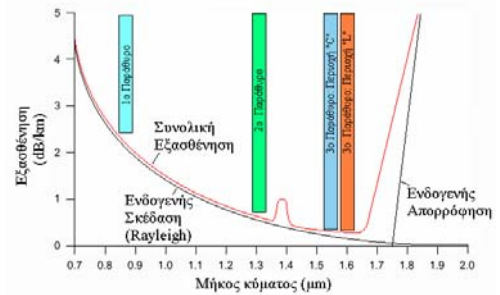


TABLE 4.1 Characteristics of ITU-T/RG.250 Optical Fibers

Optical Fiber Cable Type	Wavelength (nm)	Maximum Attenuation Coefficient (dB/km)	Minimum Attenuation Coefficient for Qualified Length (dB/km)
B1.120 μ multimode	850	3.5	500
	1300	1.5	500
B1.120 μ multimode	850	3.5	500
	1300	1.5	500
Dispersion-shifted fiber (DSF) cable	1310	0.8	10.5
	1550	0.5	10.5
Dispersion-shifted fiber (DSF) cable	1310	0.8	10.5
	1550	0.5	10.5

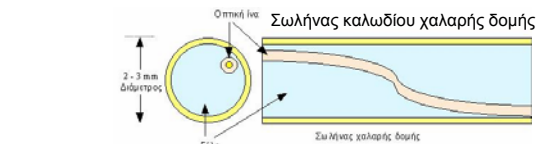
Note: Multimode and multimode optical fiber are not specified in single-mode fiber.

TABLE 4.2 Characteristics of HCSRPC and Plastic Fibers

Optical Fiber Cable Type	Wavelength (nm)	Maximum Attenuation Coefficient (dB/km)	Minimum Attenuation Coefficient for Qualified Length (dB/km)
200/200 μ HCSRPC	650	14	12
	650	8	20
1 mm plastic fiber	650	19	18

\* Plastic fiber is a nonstandard, high attenuation fiber used for short-run applications.

### ΚΑΛΩΔΙΑ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ:



Χωρητικ. Καλωδίου σε ίνες	Αριθ. Σωλην. νημάτων	Ίνες ανά σωληνίσκο
12	3	4
16	4	
24	6	
36	9	
48	4	
60	5	
96	8	

Αριθμηση ίνας	Χρώμα ίνας
1	Κόκκινο
2	Πράσινο
3	Κίτρινο
4	Φυσικό (αχρωματό) Κόρα
5	Βιολετί
6	Γκρι
7	Τυρκουάζ
8	Λευκό
9	Ρόζ
10	Πορτοκαλί
11	Μπλε
12	Μπλε

**Ανάλογα με το είδος της εφαρμογής τα καλώδια χαλαρής δομής κατατάσσονται σε :**

- **Εναέρια :** καλώδια που κρέμονται από τηλεφωνικούς στύλους. Αποτελούν λύση χαμηλού κόστους, που χρησιμοποιείται ευρύτατα στο εξωτερικό (κυρίως Η.Π.Α) αλλά όχι στην χώρα μας
- **Υπόγεια άμεσης ταφής :** καλώδια που θάβονται στο έδαφος.
- **Υπόγεια σωληνώσεως :** καλώδια που τοποθετούνται σε πλαστικές σωληνώσεις (σωλήνες ή υποσωλήνια) με εφελακυσμό ή με τεχνική εμφύσηση αέρα.
- **Υποβρύχια :** καλώδια για υποθαλάσσιες ζεύξεις.

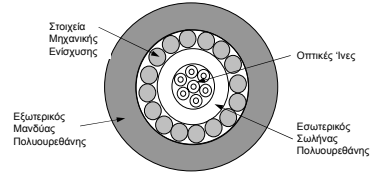
**Ανάλογα με το είδος του οπλισμού τους κατατάσσονται σε:**

- **Εξ ολοκλήρου διηλεκτρικά :** Δεν φέρουν μεταλλικά στοιχεία, και χρησιμοποιούνται σε κεραυνόπληκτες περιοχές ή σε διαδρομές, που είναι παράλληλες με γραμμές υψηλής τάσης σε μεγάλο μήκος. Τοποθετούνται πάντα σε πλαστικές σωληνώσεις για μηχανική προστασία.
- **Θωρακισμένα :** φέρουν μεταλλικό οπλισμό, που μπορεί να είναι ταινία αλουμινίου (φράγμα υγρασίας), πτυχωτό χαλύβδινο σωλήνας, ή ένα ή περισσότερα πλέγματα από ατσάλινο (για προστασία από επίθεση αρουραίων και σε υποβρύχια καλώδια). Η μεταλλική θωράκιση πρέπει πάντοτε να γειώνεται, ενώ θα πρέπει να διασφαλίζεται η συνέχειά της σε όλη την διαδρομή.



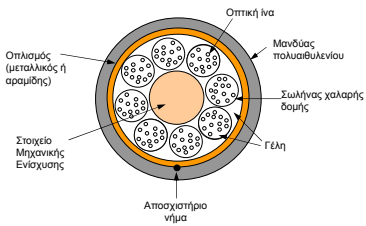
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε.  
ΤΗΛ.ΠΕΡ.ΒΟΡ.ΕΛΛΑΔΟΣ / ΔΙΑΜ.ΔΥΤ.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ Π. ΠΑΠΟΥΛΙΔΗΣ

**Καλώδια με καλωδιακό πυρήνα κεντρικού σωλήνα**



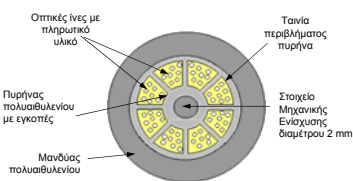
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε.  
ΤΗΛ.ΠΕΡ.ΒΟΡ.ΕΛΛΑΔΟΣ / ΔΙΑΜ.ΔΥΤ.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ Π. ΠΑΠΟΥΛΙΔΗΣ

**Καλώδιο χαλαρής δομής καλωδιακού πυρήνα με σωληνίσκου**



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε.  
ΤΗΛ.ΠΕΡ.ΒΟΡ.ΕΛΛΑΔΟΣ / ΔΙΑΜ.ΔΥΤ.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ Π. ΠΑΠΟΥΛΙΔΗΣ

**Καλώδιο χαλαρής δομής καλωδιακού πυρήνα με εγκοπές**



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε.  
ΤΗΛ.ΠΕΡ.ΒΟΡ.ΕΛΛΑΔΟΣ / ΔΙΑΜ.ΔΥΤ.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ Π. ΠΑΠΟΥΛΙΔΗΣ



Υπόγεια Σωληνώσεως



Υποβρύχια - MINISUB



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε.  
ΤΗΛ.ΠΕΡ.ΒΟΡ.ΕΛΛΑΔΟΣ / ΔΙΑΜ.ΔΥΤ.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ Π. ΠΑΠΟΥΛΙΔΗΣ

**FO Singlemode Connector**

- connector ferrules and adaptor sleeves made of ceramics
- Fiber core eccentricity fixed to defined position (tuned) -> low insertion loss (typ. 0,2 dB)
- return loss > 60 dB (APC)
- life time 1000 cycles
- operating temperature -25 to +70°C (depending on cable type)
- tensile strength 100 N (for cable)



SC connection


- For SM and MM
- push pull coupling  
→ easy handling
- mountable in series  
→ high packing density
- Connector ferrules and adaptor sleeves made of ceramics
- Polishing type: PC, UPC, APCB, APCF
- application: PTTs worldwide, LANs, measurement technology, CATV



KRONE



**PIGTAILS & JUMPERS**




**Racks**



**Installation of multi ducts**



**Narrow trenching**



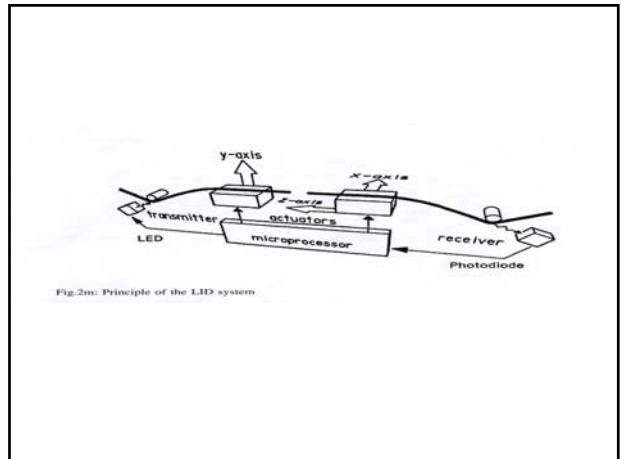
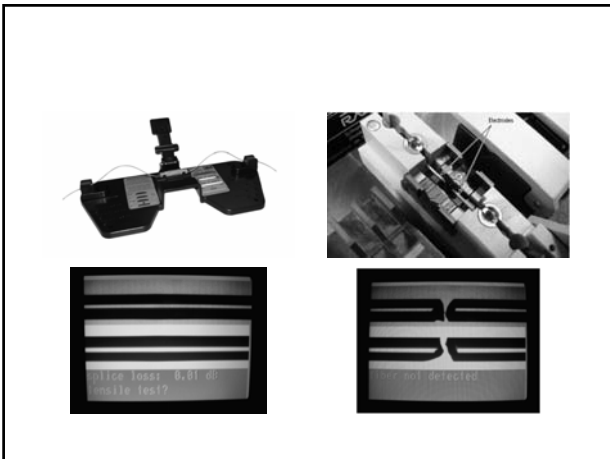
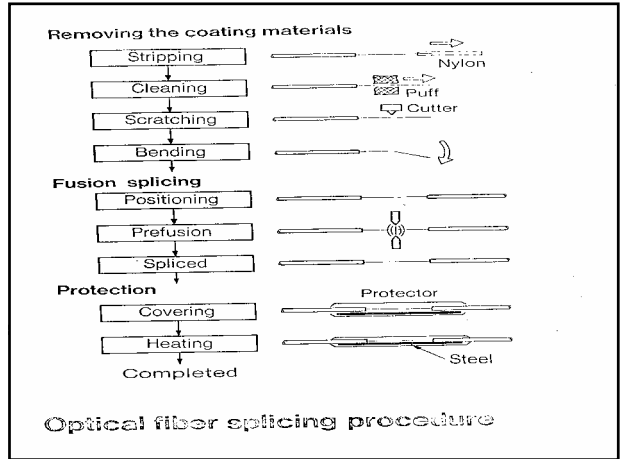


**Ribbon® ducts for outdoor installation**  
*For installation in existing canalization*

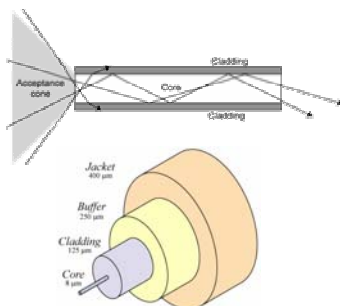
- Manufactured from polyethylene
- Aluminum foil as moisture barrier
- Low friction, antistatic inner surface
- Drum of 1 – 3 km
- Single or multi canalization (1, 2, 4, 7, 12, 19 or 24 ducts)
- All ducts are individually numbered
- Flexible and easy to strip

**Multi canalization for aerial installation**

- Self supporting or figure-8 design
- Branching of individual micro ducts
- Dielectric
- For span lengths of 50-70m
- Dry Tech™ filling compound



## Οπτικές ίνες

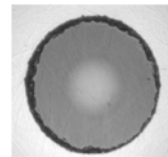


Παύλος Παν. Παπουλίδης ΟΤΕ, Σεπτέμβριος 2006



## Οπτικές Ίνες

- Από ένα ζεύγος τώρα μέχρι 500.000 τηλ.συνδιαλέξεις ταυτόχρονα (40Gbps)
- Πρόβλεψη για 100 Gbps
- Το ανώτερο όριο από Cu ήταν 10.800 τηλ.συνδ.
- Το κοινό γραμμάτιο έχει αντιστοιχη τιμή εξασθένισης 10,000 db/Km



**On the BroadBand**

Ευρωπαϊκές Υπηρεσίες ΟΤΕ



## Οπτικές ίνες

αν τα 64kbps αντιστοιχούν σε 1 λωρίδα



μια οπτική ίνα αντιστοιχεί σε 25 εκατομμύρια διαδρομές, ή ένα δρόμο πλάτους 90.000 km



Παύλος Παν. Παπουλίδης ΟΤΕ, Πτολεμαΐδα 22 Σεπτεμβρίου 2006



Ευχαριστώ  
για την προσοχή σας!



Παύλος Παν. Παπουλίδης ΟΤΕ, Πτολεμαΐδα 22 Σεπτεμβρίου 2006

