

**«Laser ... μια ακτίνα φωτός για την Έρευνα, την
Τεχνολογία και τον Άνθρωπο»
Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών**

**Laser και Οπτικές τηλεπικοινωνίες: Περισσότερη
και πιο γρήγορη μετάδοση πληροφορίας**



Θάνος Ορφανουδάκης, M.Sc. – M.Sc. (Econ.)

**Υπεύθυνος Πωλήσεων, Τομέας Οπτοηλεκτρονικών και
Επιστημονικών Συσκευών**

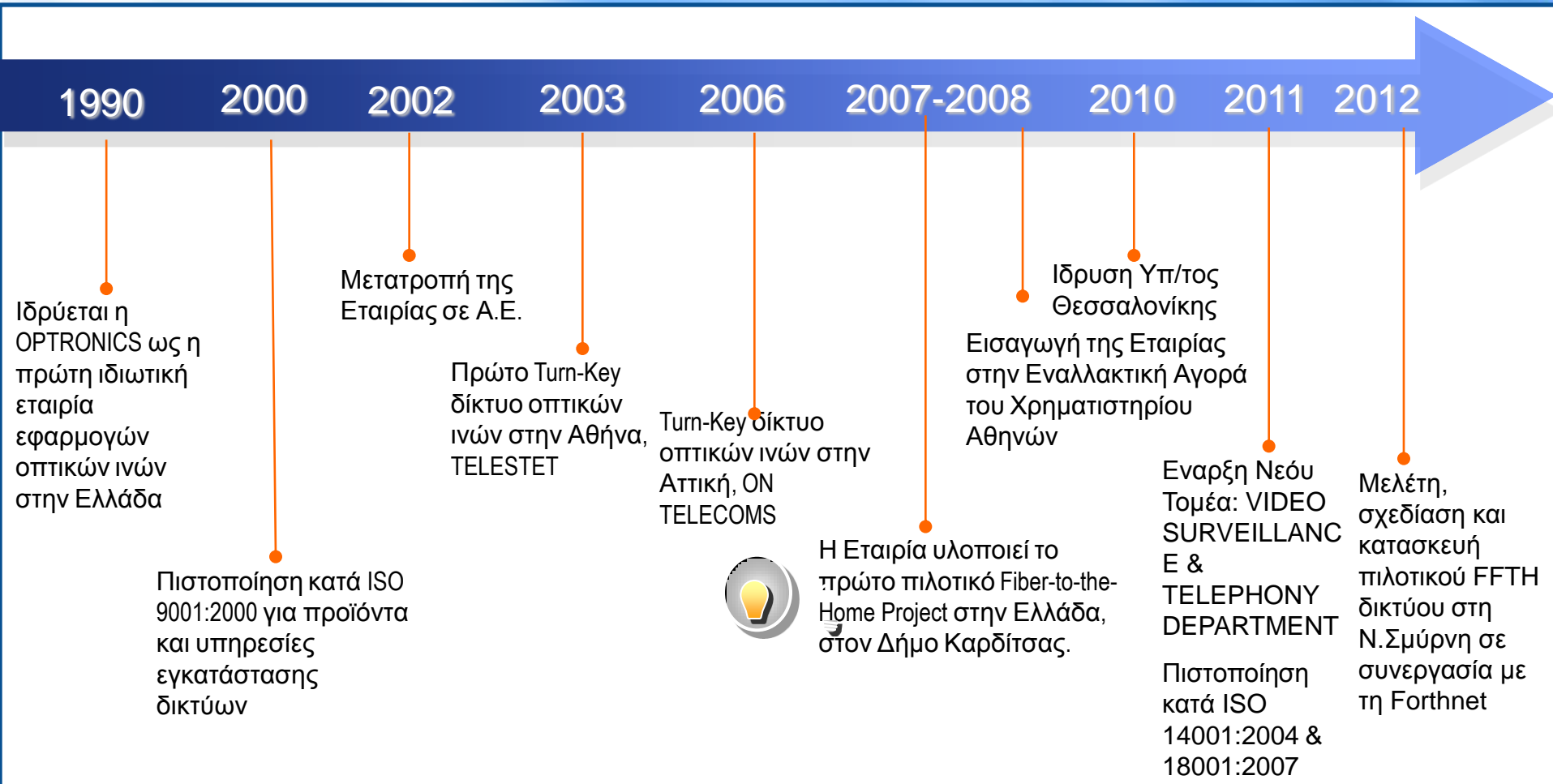
Θεσσαλονίκης 79-81, Μοσχάτο, Αθήνα, 183 46

optronics@optronics.gr / τηλ.2109837121 / www.optronics.gr

Περιεχόμενα Παρουσίασης

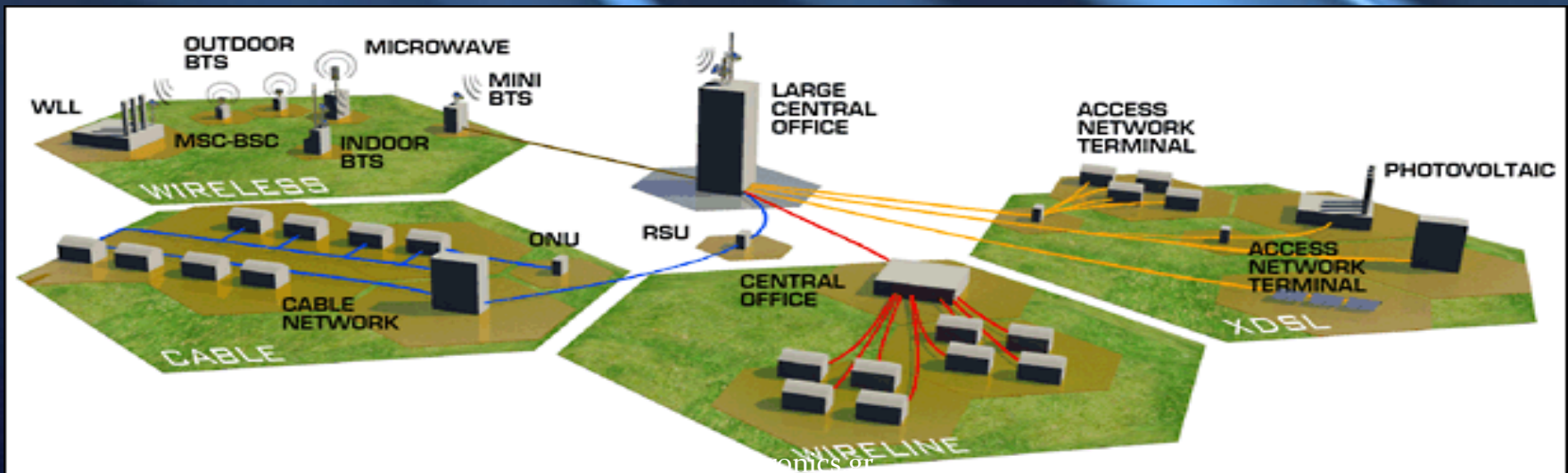
- 1) Λίγα λόγια για την Οptronics
- 2) Τι είναι ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο
- 3) Τα βασικά στοιχεία ενός οπτικού δικτύου
- 4) Οπτικά Καλώδια
- 5) Δίκτυα Οπτικών Ινών στον κόσμο
- 6) Υλοποιήσεις οπτικών δικτύων στις τηλ/νίες
- 7) Πλεονεκτήματα Οπτικών Δικτύων
- 8) Πολυπλεξία Μήκους Κύματος (WDM)
- 9) Το μέλλον: Fiber-To-The-Home
- Βιβλιογραφία

1) Λίγα λόγια για την Optronics



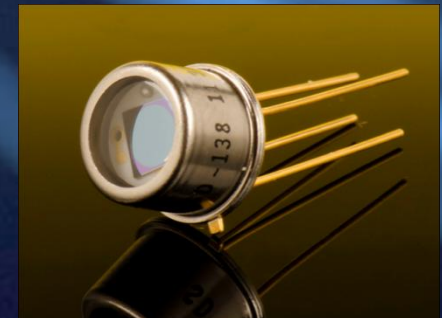
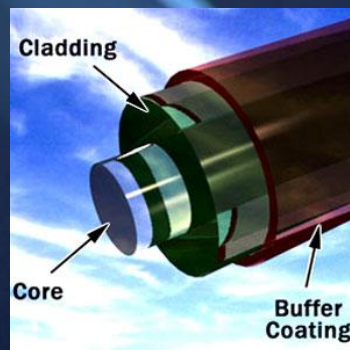
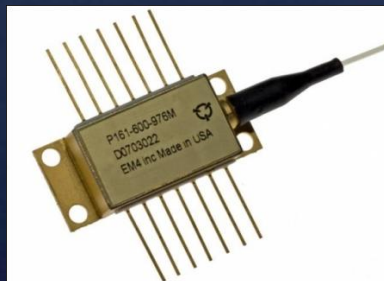
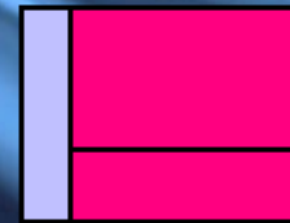
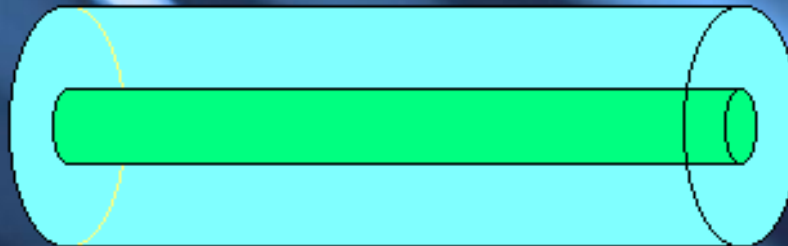
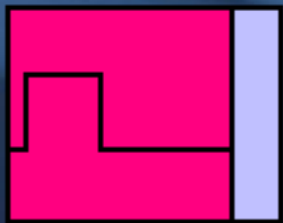
2) Τι είναι ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο;

- Δίκτυο για τη μεταφορά πληροφορίας σε απόσταση
- Πληροφορία: Δεδομένα, φωνή, εικόνα, βίντεο, σήμα τηλεόρασης...
- Βασικά συστατικά ενός δικτύου: Πομπός, Μέσο Μετάδοσης, Δέκτης, Ενισχυτές (αν απαιτούνται).



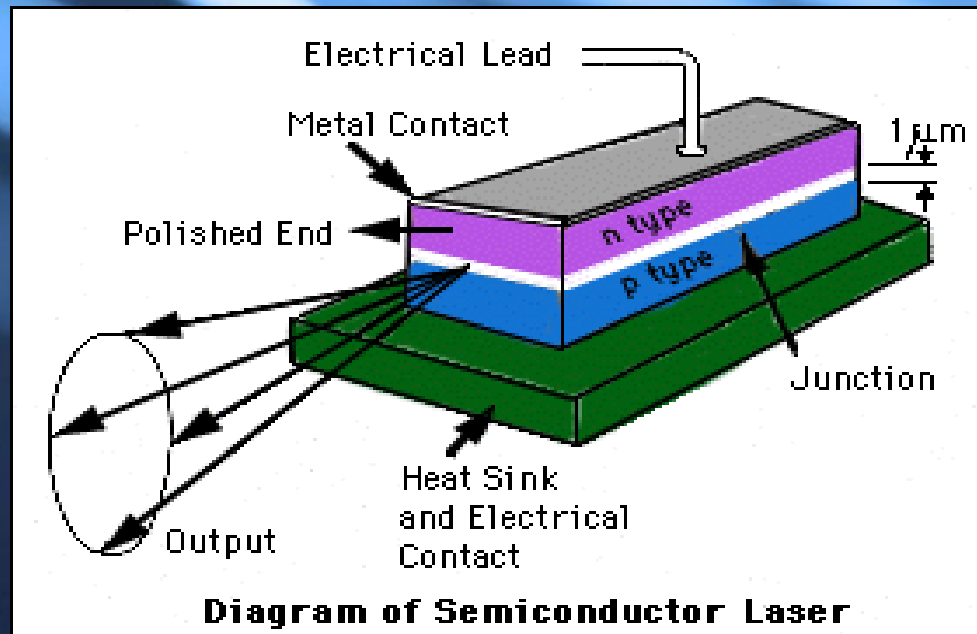
3) Τα βασικά στοιχεία ενός οπτικού δικτύου

- Πομπός: Laser
- Μέσο μετάδοσης: Οπτική Ύα
- Δέκτης: Φωτοανιχνευτής



3.1) To laser (I)

- **Laser: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**
- **Ενισχυτής φωτός:**

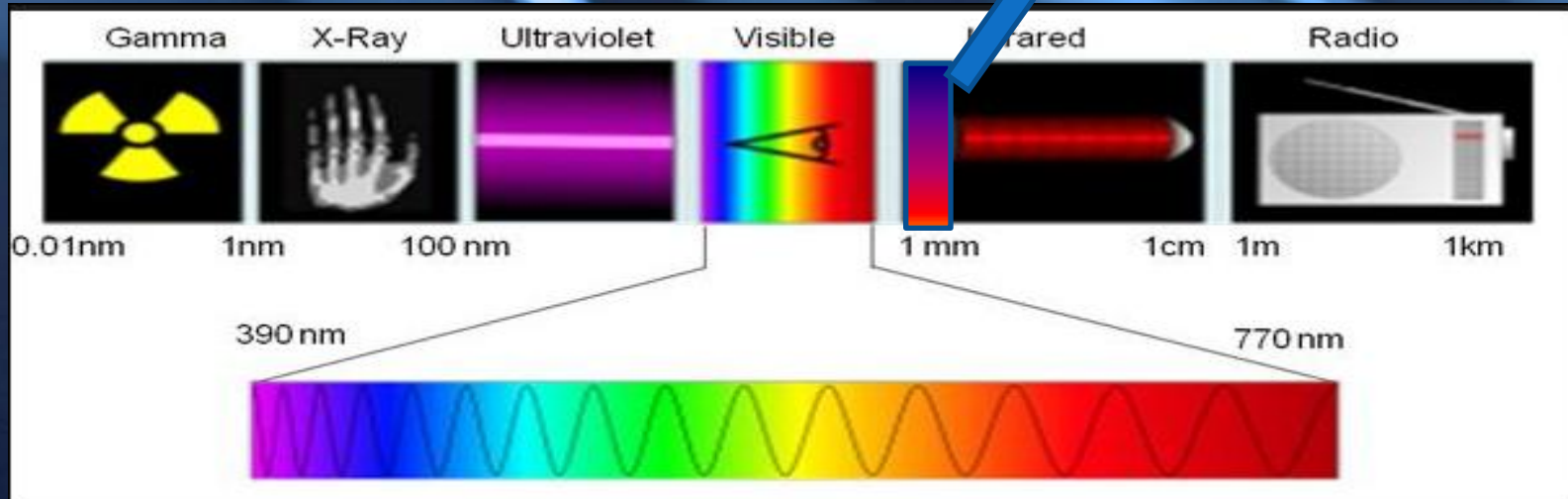
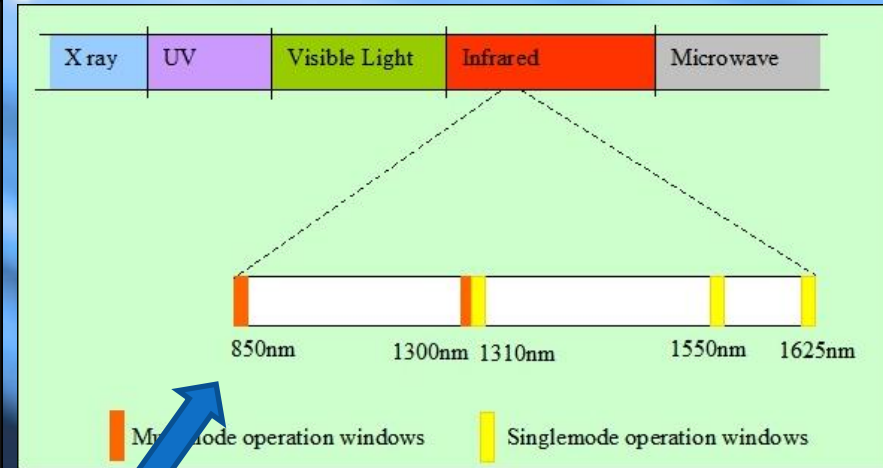
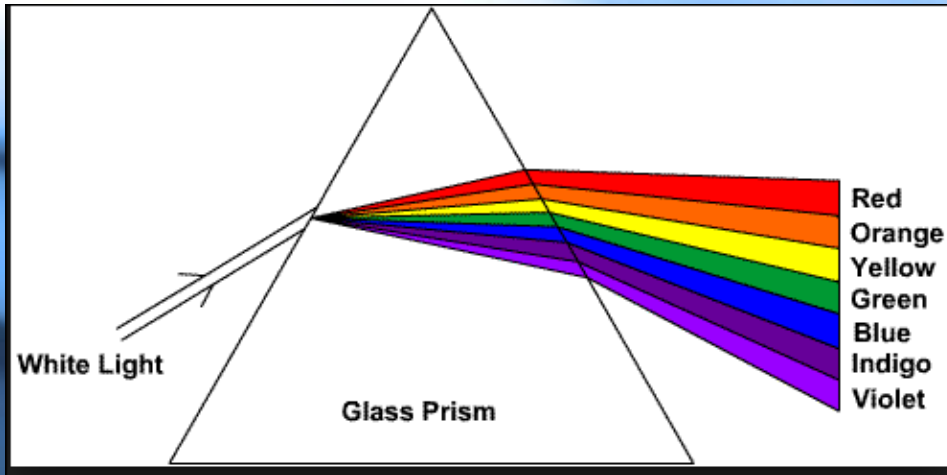


- **Χαρακτηριστικά:**
 - **Μονοχρωματικό**
 - **Κατευθυντικό**
 - **Υψηλή ενέργεια**
 - **Πολωμένο**
 - **Εστίαση**



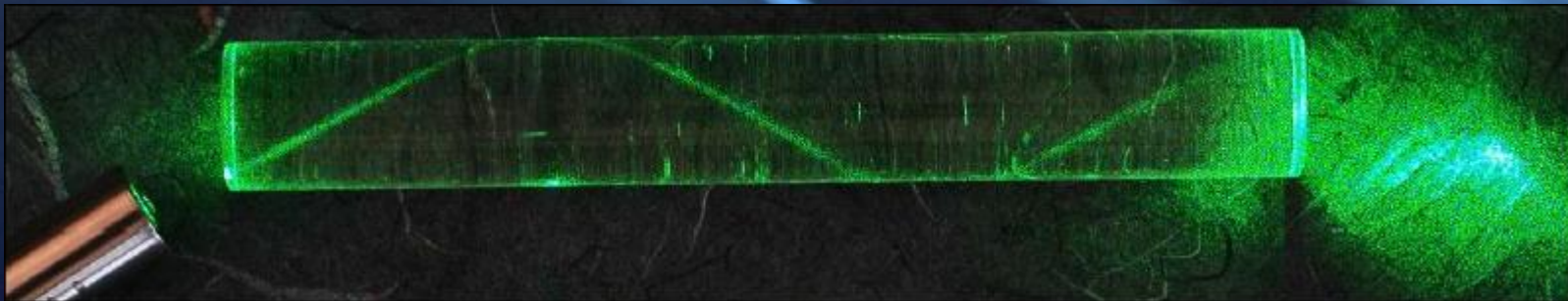
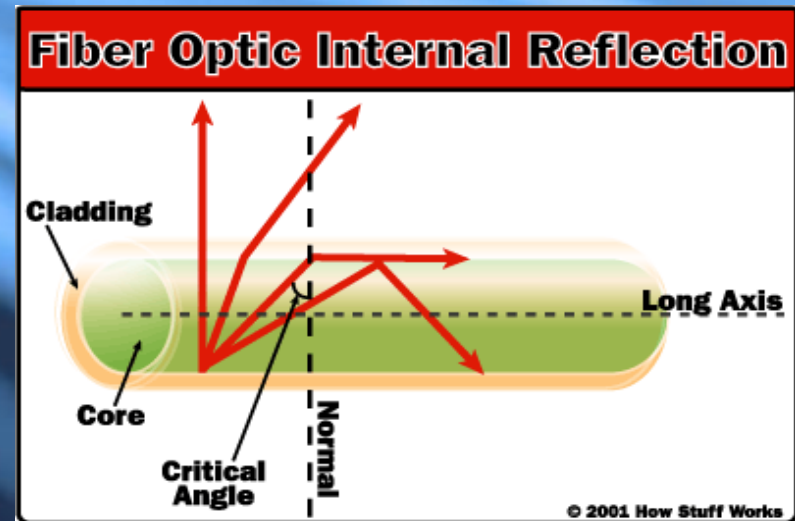
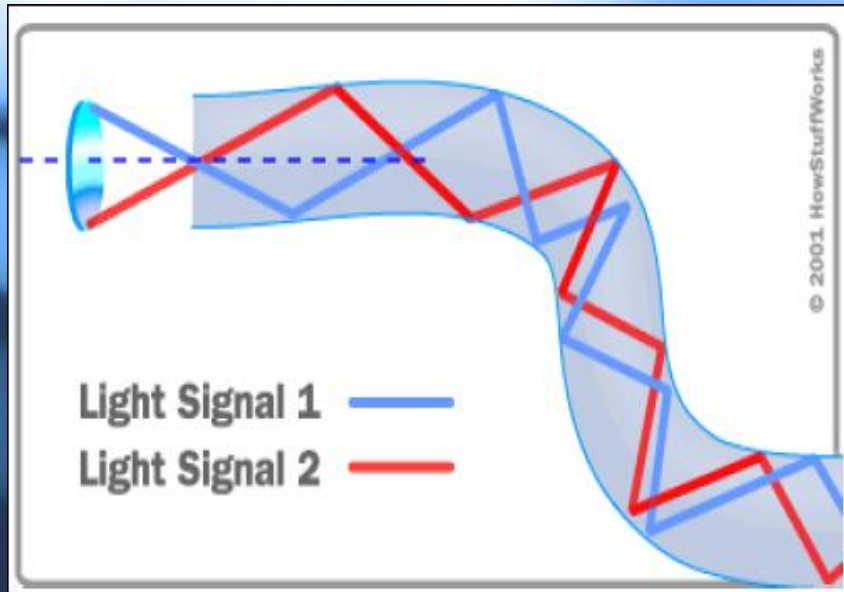
- **Είδη Laser: Αερίου, Στερεού, Χρωστικών, ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ...**

3.1) To laser (II)



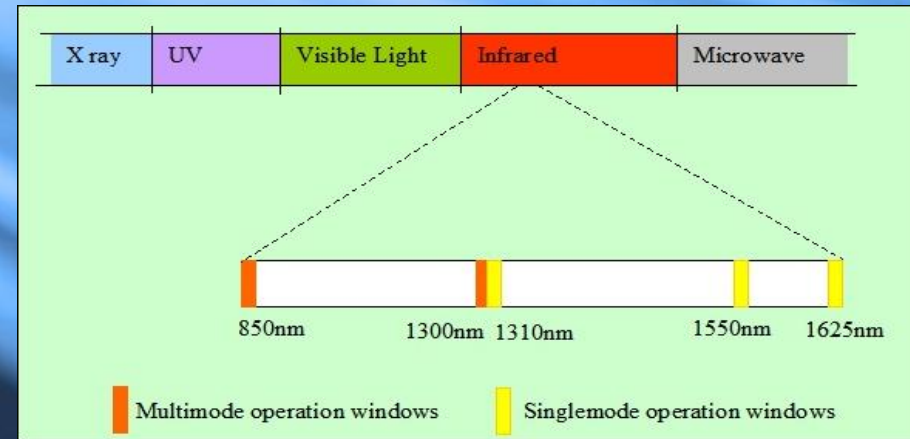
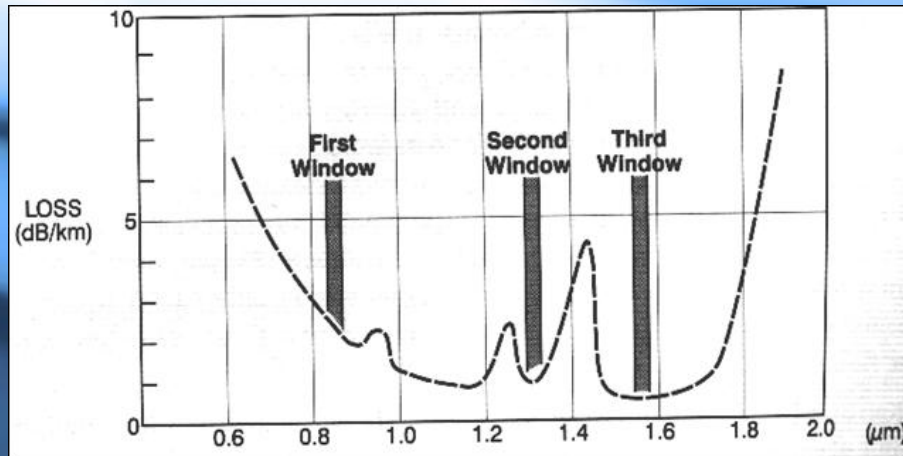
3.2) Η οπτική ίνα

- Κυματοδηγός από γυαλί- Ολική Εσωτερική Ανάκλαση



3.2) Η οπτική ίνα (II)

- Ποιο μήκος Κύματος είναι το κατάλληλο;

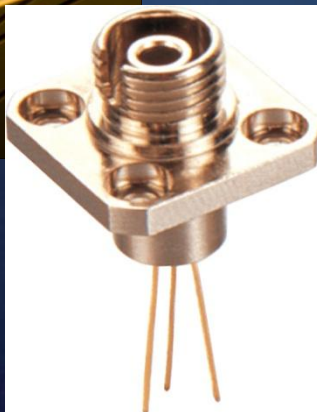
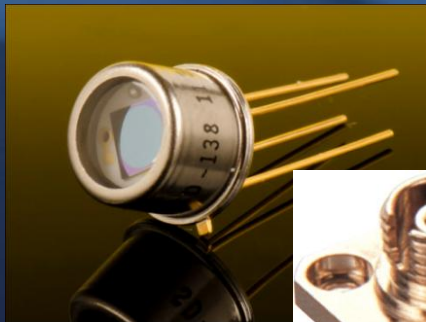
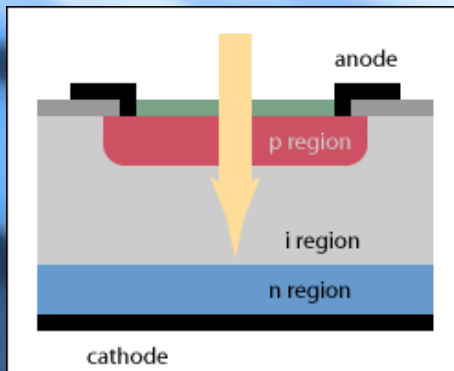


- Πολύτροπη (50μm ή 62,5μm) ή μονοτροπη (9μm);



3.3) Φωτοανιχνευτής

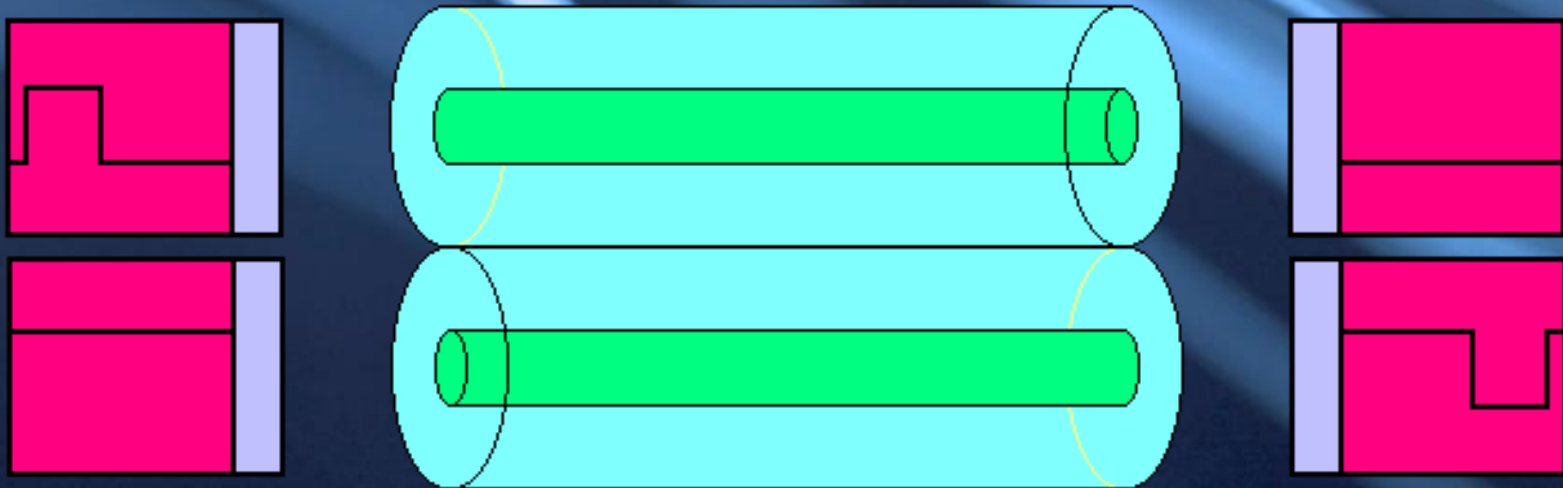
- Μετατρέπουν το υπέρυθρο φως σε ηλεκτρικά σήματα: InGaAs: PIN & APD φωτοдиодοι



Parameter	Silicon		Germanium		InGaAs	
	PIN	APD	PIN	APD	PIN	APD
Wavelength range (nm)	400 – 1100		800 – 1800		900 – 1700	
Peak (nm)	900	830	1550	1300	1300 (1550)	1300 (1550)
Responsivity ρ (A/W)	0.6	77-130	0.65-0.7	3-28	0.63-0.8 (0.75-0.97)	
Quantum Efficiency (%)	65 – 90	77	50-55	55-75	60-70	60-70
Gain (M)	1	150-250	1	5-40	1	10-30
Excess Noise Factor (x)	-	0.3-0.5	-	0.95-1	-	0.7
Bias Voltage (-V)	45-100	220	6-10	20-35	5	<30
Dark Current (nA)	1-10	0.1-1.0	50-500	10-500	1-20	1-5
Capacitance (pF)	1.2-3	1.3-2	2-5	2-5	0.5-2	0.5
Rise Time (ns)	0.5-1	0.1-2	0.1-0.5	0.5-0.8	0.06-0.5	0.1-0.5

3.4) Στον πραγματικό κόσμο.. (I)

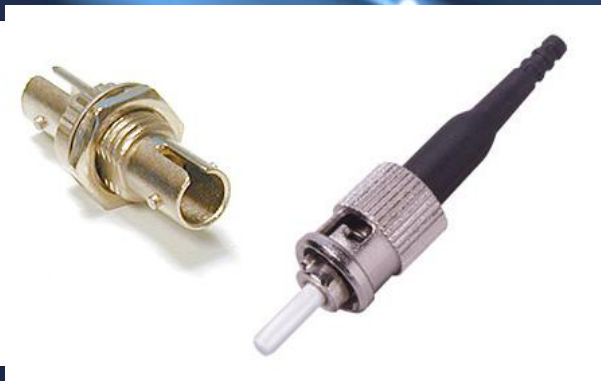
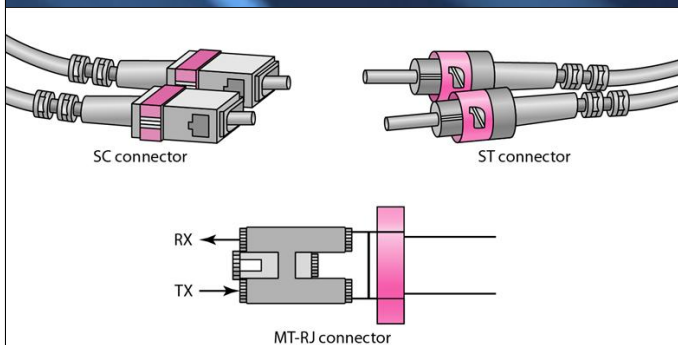
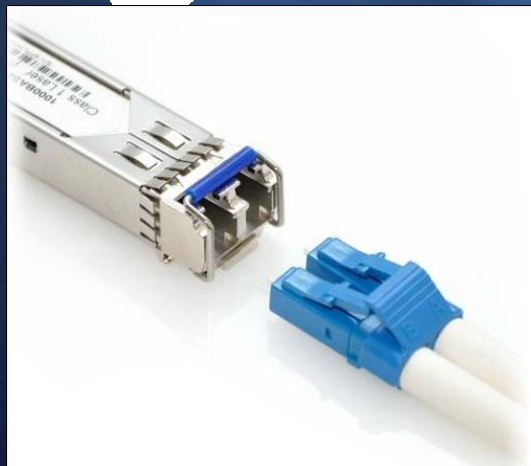
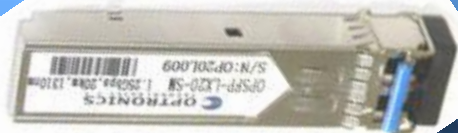
- Πομπός: Laser
- Μέσο μετάδοσης: Οπτική Ύα
- Δέκτης: Φωτοανιχνευτής
- Πομποδέκτης: Laser & Φωτοανιχνευτής



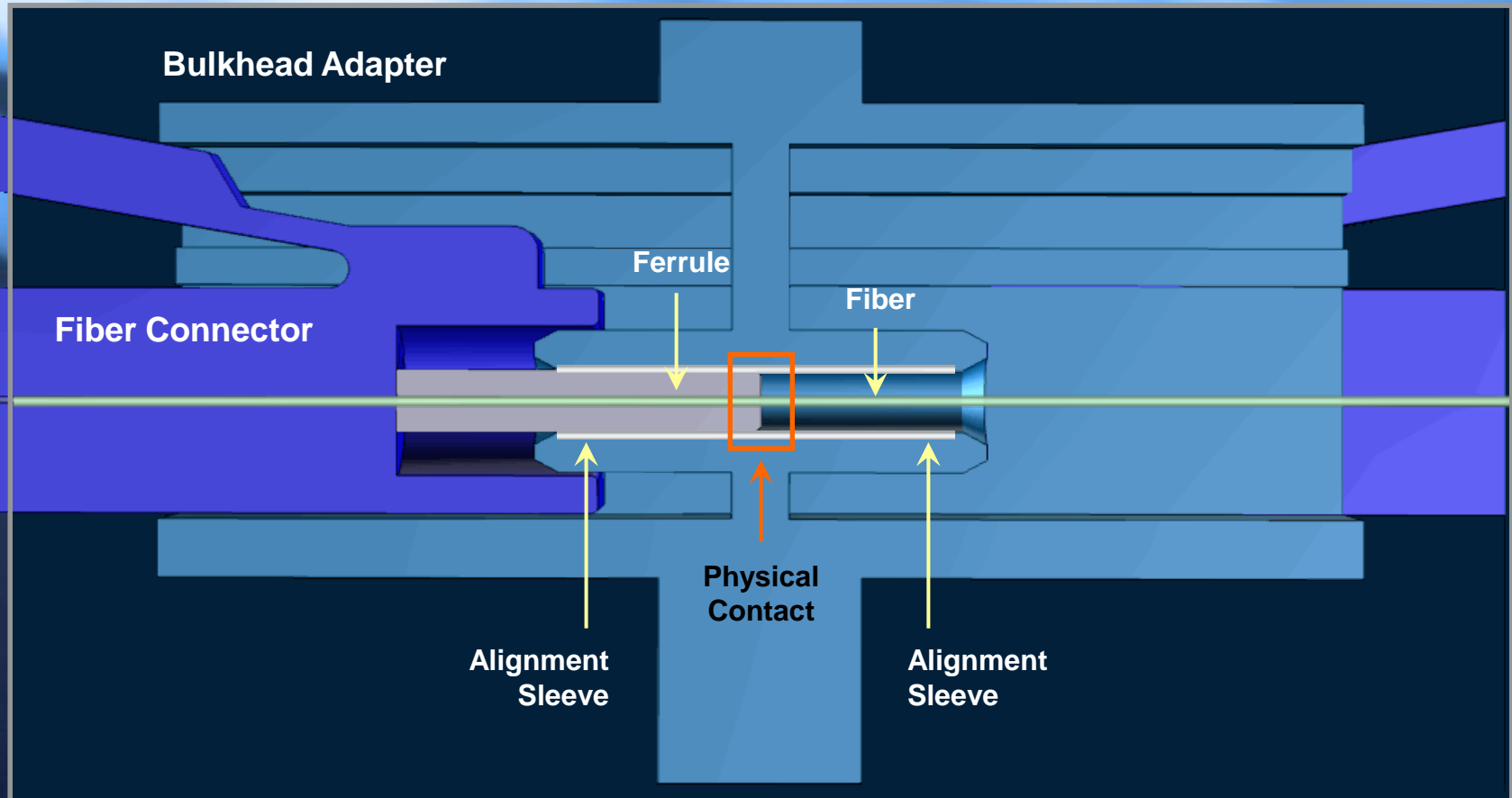
3.4) Στον πραγματικό κόσμο.. (II)



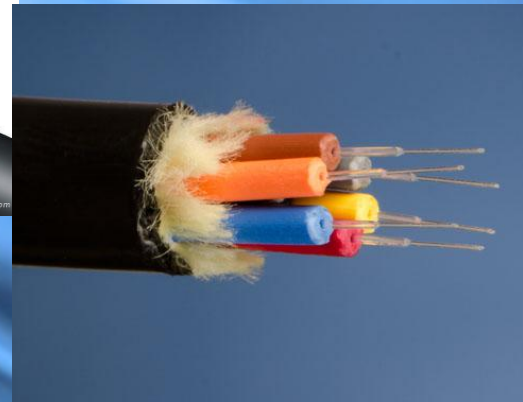
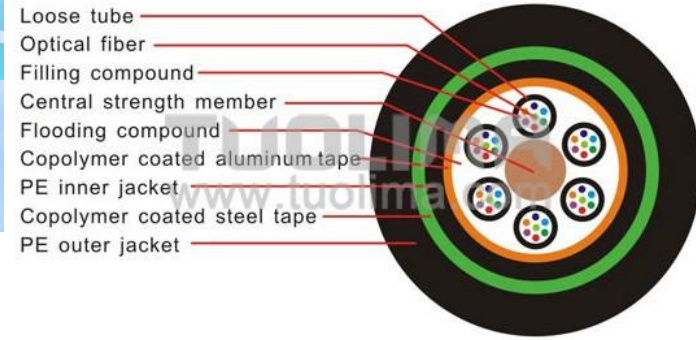
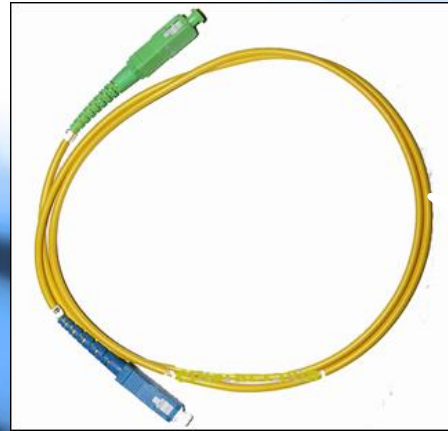
3.4) Στον πραγματικό κόσμο.. (III)



3.4) Στον πραγματικό κόσμο.. (IV)

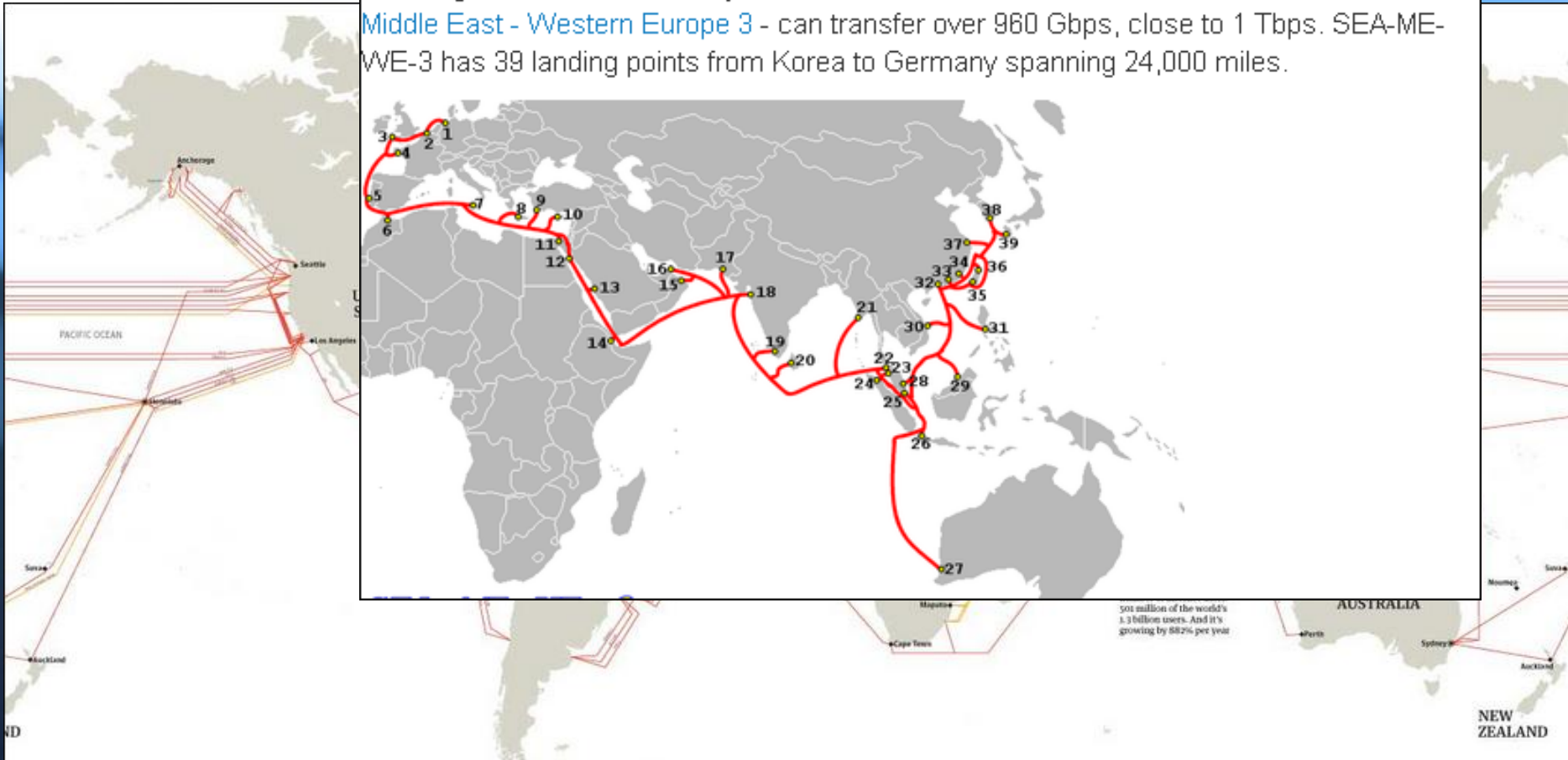


4) Οπτικά Καλώδια



5) Δίκτυα Οπτικών Ινών στον κόσμο

The longest undersea cable system in the world - **SEA-ME-WE-3** or **South-East Asia - Middle East - Western Europe 3** - can transfer over 960 Gbps, close to 1 Tbps. SEA-ME-WE-3 has 39 landing points from Korea to Germany spanning 24,000 miles.



6) Υλοποιήσεις οπτικών δικτύων στις τηλεπικοινωνίες (I)

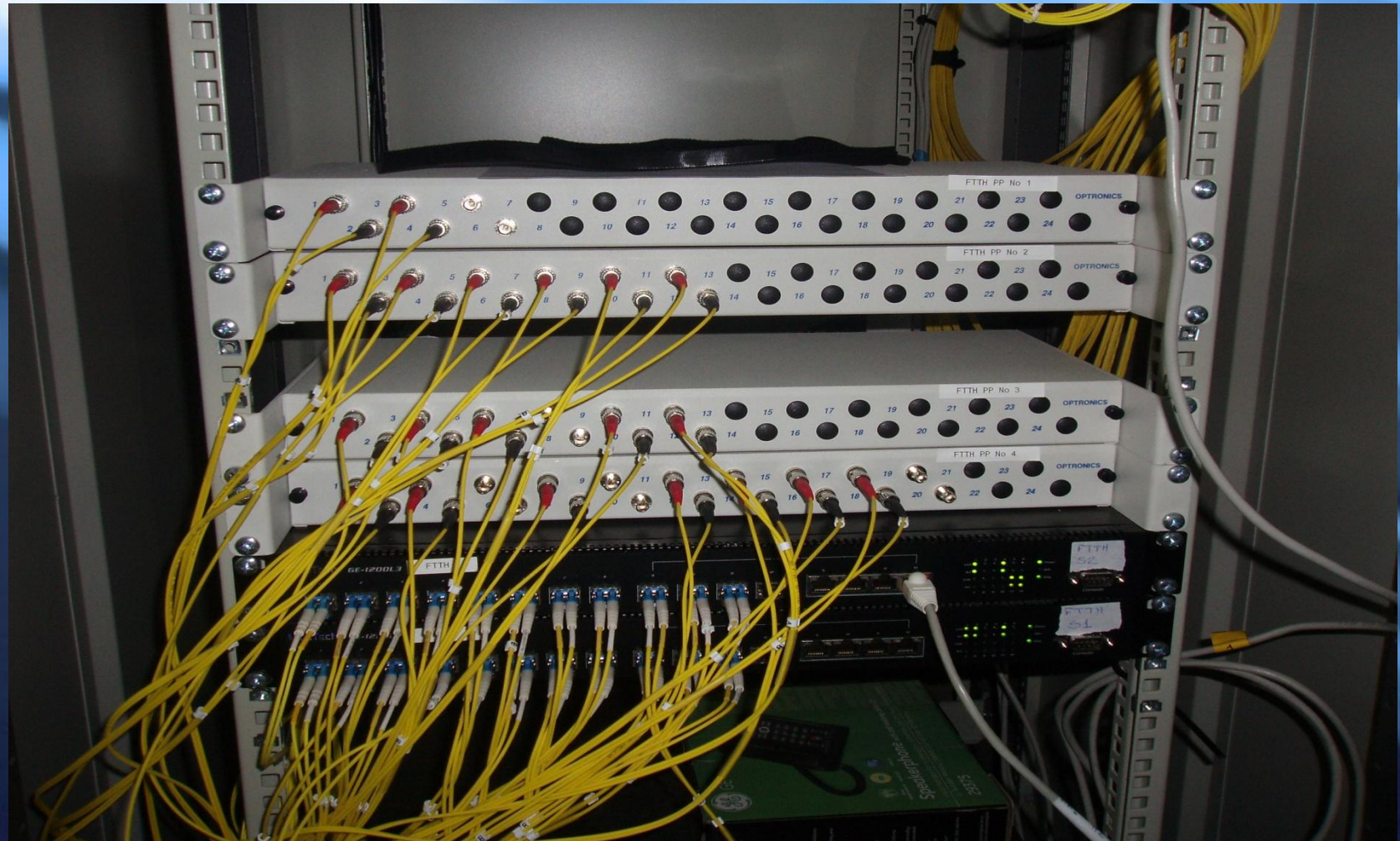
-Αντικατάσταση των δικτύων καλωδίων χαλκού σε όλους τους τομείς των τηλεπικοινωνιών:

- Τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις Μεσαίων και Μεγάλων Αποστάσεων
- Μητροπολιτικά δίκτυα
- Τοπικά Δίκτυα
- Radio-over-Fiber
- Fiber-To-The-Home (FTTH)
- Κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης (CCTV)
- Καλωδιακή τηλεόραση (CATV)



6.1) Υλοποιήσεις οπτικών δικτύων στις τηλεπικοινωνίες (II): Ένα παράδειγμα

Κατανεμητής (Patch Panel) & Δρομολογητής Δεδομένων (Switches)



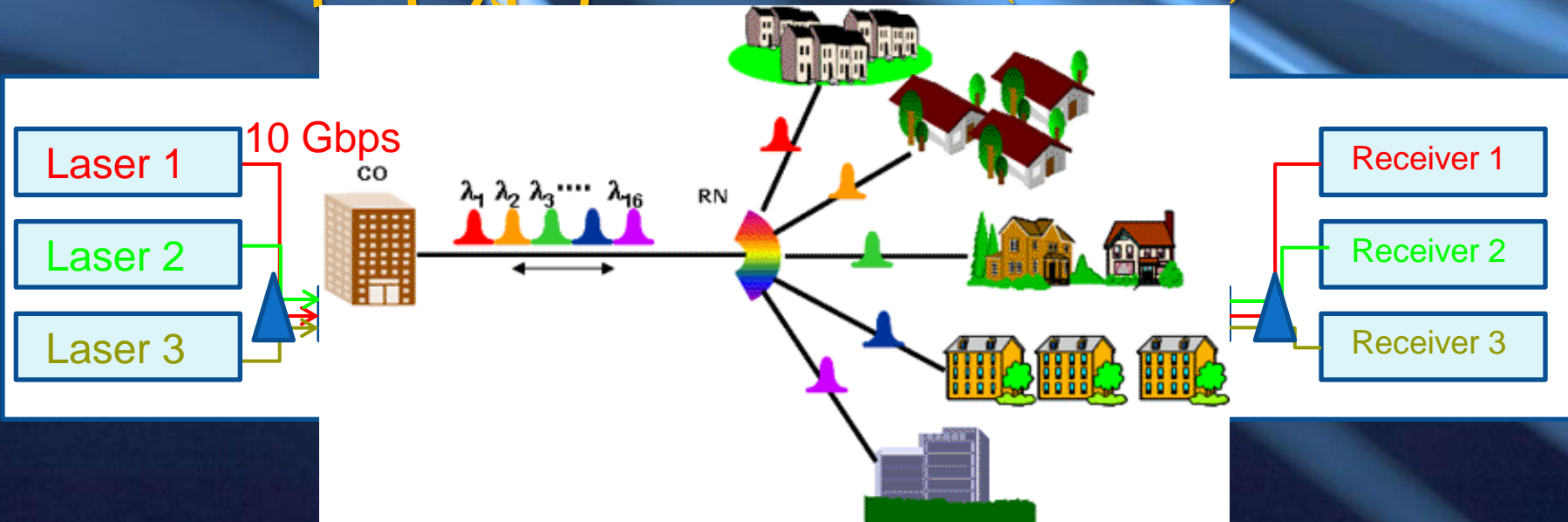
7) Πλεονεκτήματα Οπτικών Δικτύων

- Περισσότερο εύρος ζώνης (Τυπικά >10 Gbps ανά μήκος κύματος) – Πολλά κανάλια πολλαπλασιάζουν το εύρος ζώνης μέσω WDM (Τυπικά 1,6 Tbps)
- Πολύ μικρές απώλειες σήματος
- Μικρότερος απαιτούμενος αριθμός ενισχυτών
- Αναισθησία σε Ηλεκτρομαγνητικές Παρεμβολές - Crosstalk
- Μικρό μέγεθος και ευκολία στη διαχείριση
- Μεγαλύτερη Ασφάλεια – Απουσίας κινδύνου ηλεκτροπληξίας, απουσία επιβλαβούς ακτινοβολίας
- Ασφάλεια συναλλαγών



8) Πολυπλεξία Μήκους Κύματος (WDM)

- Αποστολή πολλών μηκών κύματος (λ) μέσα από την ίδια ίνα ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΑ.
- Πολλαπλασιασμός του εύρους ζώνης: Για Κανάλι 10 Gbps και σύνολο 16 καναλιών = $10 \times 16 = 160$ Gbps μέσα από μία ίνα.
- Δυνατότητα μέχρι για 80 κανάλια (DWDM)



9) Το μέλλον: Fiber-To-The-Home (I)

- Τα καλώδια χαλκού (π.χ. 1 Gigabit Ethernet) είναι φτηνά αλλά το μέγιστο μήκος τους είναι 90m.
- Ethernet-over-fiber: Δεκάδες χιλιόμετρα range
- Τάση για μετακίνηση της ίνας όλο και πιο κοντά στον χρήστη
- Ταχύτητες της τάξεως του 1 Gbps (=1000 Mbps) ανά χρήστη!

	Time taken for:	1 GB photo album	4.7 GB standard video	25 GB HD video
FTTH	1 Gbps download	9 sec	39 sec	3 min 28 sec
	1 Gbps upload			
FTTH	100 Mbps download	1 min 23 sec	6 min 31 sec	34 min 40 sec
	100 Mbps upload			
CATV &	50 Mbps download	2 min 46 sec	13 min 2 sec	1 hr 9 min
	10 Mbps upload	13 min 52 sec	1 hr 5 min	5 hr 47 min
DSL	8 Mbps download	19 min 0 sec	1 hr 29 min	7 hr 55 min
	1 Mbps upload	2 hr 32 min	11 hr 54 min	-

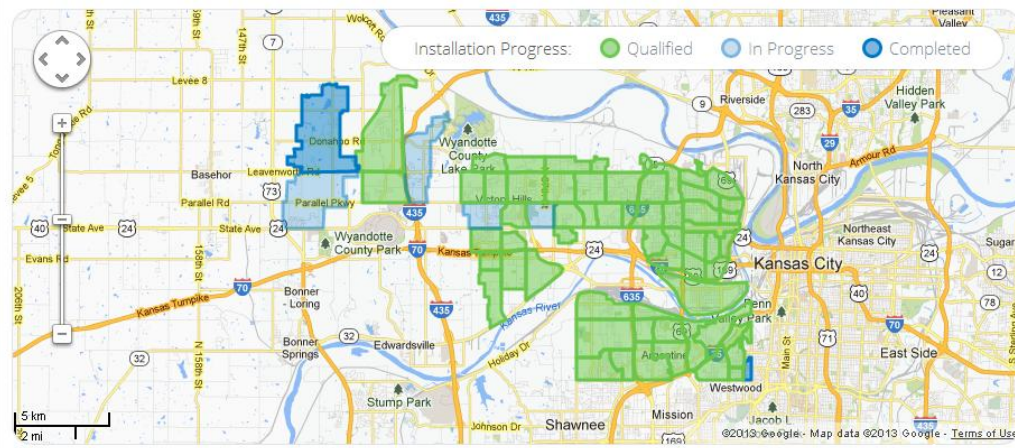


9) Το μέλλον: Fiber-To-The-Home (II)

- Παράδειγμα: Google Fiber στο Kansas city
- Διαθέσιμο από τον Ιούλιο του 2012

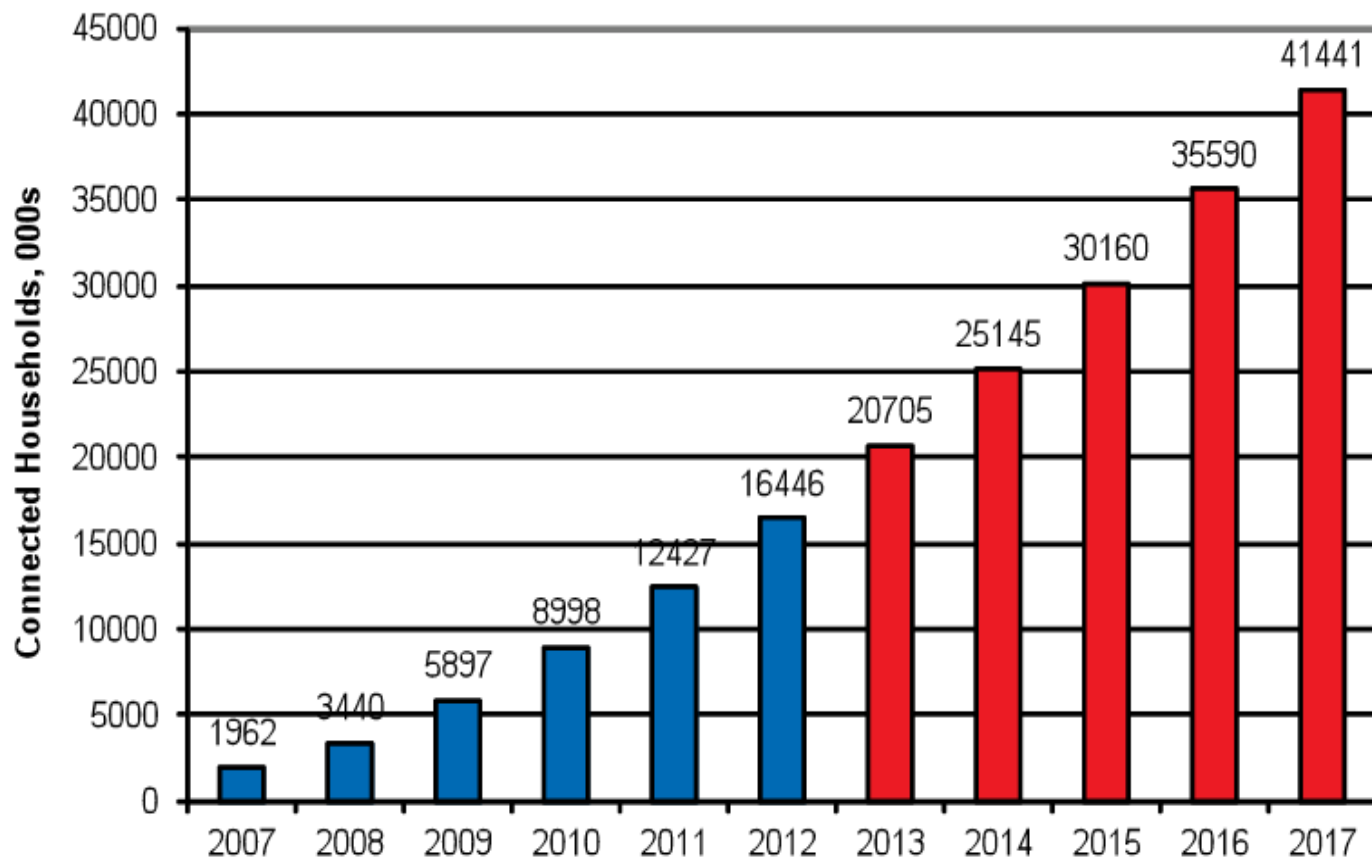
Plan	Gigabit + TV	Gigabit	Free Internet
Price	\$120/month (\$300 construction fee waived)	\$70/month (\$300 construction fee waived)	\$0/month + \$300 construction fee
Internet bandwidth (download)	1 Gbit/s	1 Gbit/s	5 Mbit/s
Internet bandwidth (upload)	1 Gbit/s	1 Gbit/s	1 Mbit/s
TV service included	Yes	No	No
Storage included	2 TB DVR Storage (8 simultaneous recordings possible) 1 TB Google Drive	1 TB Google Drive	None
Hardware included	Nexus 7 tablet TV box Network box Storage box (DVR) \$250 Chromebook optional	Network box \$250 Chromebook optional	Network box \$250 Chromebook optional

Kansas City, KS



9) Το μέλλον: Fiber-To-The-Home (III)

European Region FTTH/B Forecast



Source: Heavy Reading for FTTH Council Europe, February 2013
Note: Households connected directly to fibre (FTTH) and apartments connected via basement fibre termination (FTTB)

9) Το μέλλον: Fiber-To-The-Home (IV)



- **Optronics: Το πρώτο πιλοτικό FTTH δίκτυο στην Καρδίτσα σε συνεργασία με το δήμο Καρδίτσας (2007-2008)**
 - Μελέτη, σχεδιασμός και υλοποίηση
- **Το πρώτο πιλοτικό FTTH Δίκτυο στην Αττική (Ν.Σμύρνη-2012) σε συνεργασία με τη Forthnet**
- **Συμμετοχή σε FP7 Προγράμματα της ΕΕ: ASTRON, FOX-C, COCONUT...**
- **Παρουσίασή των αποτελεσμάτων στην έκθεση ECOC, 23-25 Sep 2013, London**



EXHIBITION 23-25 SEPTEMBER | CONFERENCE 22-26 SEPTEMBER



Οπτικά δίκτυα για να αποφύγουμε:



Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Βιβλιογραφία- Αναφορές

- www.optronics.gr
- <http://www.fiberoptics4sale.com/wordpress/pin-photodetector-characteristics-for-optical-fiber-communication/>
- <http://www.lasercomponents.com/de-en/product/fiberoptic-outdoor-cable/>
- www.rayscience.com
- <http://www.sumielectric.com/rosa.html>
- http://www.southasiabiz.com/2008/03/the_capacity_of_submarine_cabl.html
- <http://www.alcatel-lucent.com/solutions/submarine-networks#>
- <http://image.guardian.co.uk/sys-images/Technology/Pix/pictures/2008/02/01/SeaCableHi.jpg>
- http://www.solidsystems.co.kr/products_bluecross1600.htm
- <http://en.wikipedia.org/wiki/FTTH>
- www.ftthcouncil.eu
- <http://fiber.google.com/about/>
- http://www.zdnet.com/submarine-cables-tie-the-world-together_p4-3040091494/
- <http://www.mufn.org/>
- http://www.versitron.com/campus_network_design.html
- http://www.draytek.co.za/index.php?page=vigor211ofn_tab3
- <http://www.thefoa.org/tech/ref/OSP/nets.html>
- <http://electronics.howstuffworks.com/fiber-optic.htm/printable>