

## Μάθημα 8: Καλωδιακή Σύνδεση Συσκευών σε Τοπικό Δίκτυο

### 8.1 Ο εξοπλισμός των τοπικών δικτύων

Τα συνθετικά στοιχεία ενός τοπικού δικτύου υπολογιστών είναι το **φυσικό μέσο μετάδοσης** (συνήθως καλωδιακός εξοπλισμός), ο **ενεργός εξοπλισμός**, οι **υπολογιστές** που συνδέονται στο δίκτυο, οι **δικτυακές περιφερειακές συσκευές** (εκτυπωτές, αυτόνομες μονάδες δίσκων, κ.τ.λ) και το λογισμικό του δικτύου:

#### α. Ο Καλωδιακός Εξοπλισμός

Πραγματοποιεί τη φυσική διασύνδεση των στοιχείων του δικτύου και συχνά αναφέρεται και ως παθητικός εξοπλισμός, λόγω του ότι δεν περιέχει κανένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που να διαμορφώνει τα προς μετάδοση δεδομένα. Τα καλώδια διασύνδεσης (χαλκού ή οπτικών ινών) και οι συνδετήρες αποτελούν τα βασικά του στοιχεία.



Εικόνα 8.1: Καλώδια χαλκού

#### β. Ο Ενεργός Εξοπλισμός

Πρόκειται για συσκευές που χρησιμοποιούνται ως συγκεντρωτές της δικτυακής κίνησης και ως κομβοί που ρυθμίζουν τον τρόπο διακίνησης των δεδομένων. Συσκευές του ενεργού εξοπλισμού είναι οι **συγκεντρωτές** (Hubs), οι **γέφυρες** (bridges), οι **μεταγωγείς** (switches), οι επαναλήπτες (repeaters) και οι **δρομολογητές** (routers).



Εικόνα 8.2: Μεταγωγέας

#### γ. Οι υπολογιστές και οι δικτυακές περιφερειακές συσκευές

Είναι οι υπολογιστές των χρηστών που συνδέονται στο δίκτυο, οι εξυπηρετητές (αρχείων, εκτυπώσεων, βάσεων δεδομένων, επικοινωνιών), αλλά και περιφερειακές συσκευές όπως εκτυπωτές, εξυπηρετητές τερματικών μονάδων κ.ά. Η σύνδεση των συσκευών αυτών στο δίκτυο γίνεται με τη με τη χρήση ενός ειδικού προσαρμοστή (adaptor) που τοποθετείται στο εσωτερικό τους. ο οποίος έχει τη μορφή κάρτας, της γνωστής **κάρτας δικτύου** (Network Interface Card - NIC).



Εικόνα 8.3: Κάρτα δικτύου

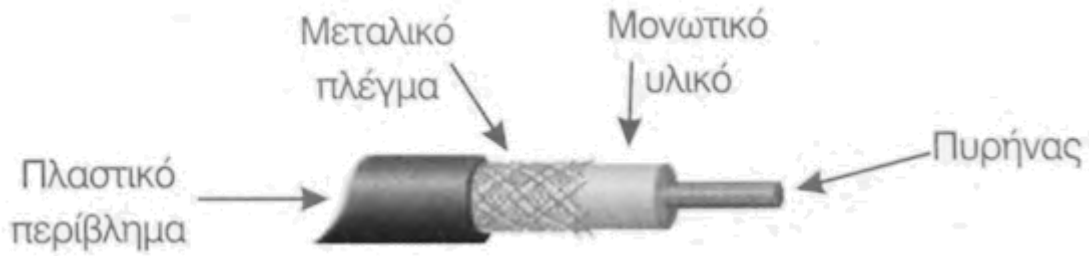
#### δ. Το λογισμικό δικτύου

Πρόκειται για ένα σύνολο από ειδικά προγράμματα και εφαρμογές που καθορίζουν τον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών του δικτύου.

### 8.2 Τα καλώδια στα τοπικά δίκτυα τύπου Ethernet

Η περισσότερο διαδεδομένη τεχνολογία διασύνδεσης συσκευών στα τοπικά δίκτυα είναι η τεχνολογία Ethernet. Η τεχνολογία Ethernet έκανε αρχικά χρήση ομοαξονικών καλωδίων. Τα καλώδια αυτά αποτελούνται από έναν

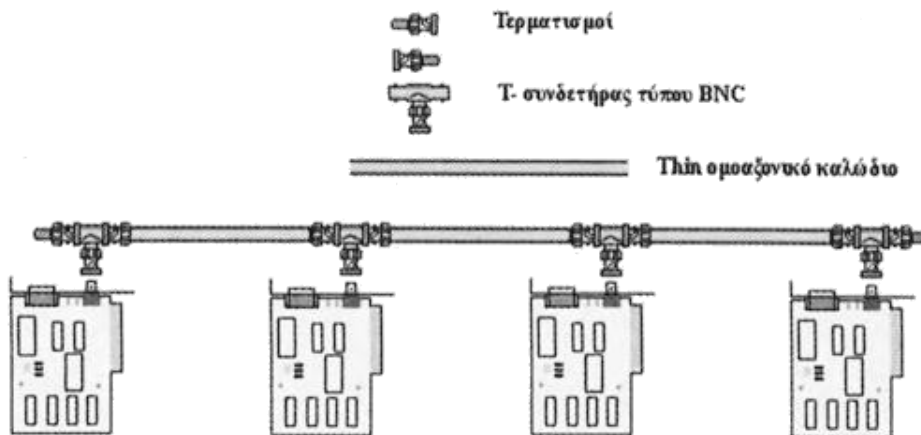
πυρήνα χαλκού, που περιβάλλεται από μονωτικό υλικό το οποίο και τον απομονώνει από ένα μεταλλικό πλέγμα. Ο πυρήνας, το μονωτικό υλικό και το μεταλλικό πλέγμα περικλείονται σε ένα πλαστικό περίβλημα.



Εικόνα 8.4: Ομοαξονικό καλώδιο Ethernet

Τα βασικά πλεονεκτήματα του καλωδίου είναι η ανθεκτικότητά του στις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και η δυνατότά του να μεταδίδει τα δεδομένα σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις. Το βασικό του ωστόσο μειονέκτημα είναι η δυσκολία στην τοποθέτηση και συντήρηση. Κυκλοφόρησε σε δύο τύπους καλωδίων, το **thin** και το **thick**. Αυτοί οι αγγλικοί όροι (λεπτό και χοντρό) χαρακτηρίζουν αντίστοιχα τη διάμετρο του καλωδίου.

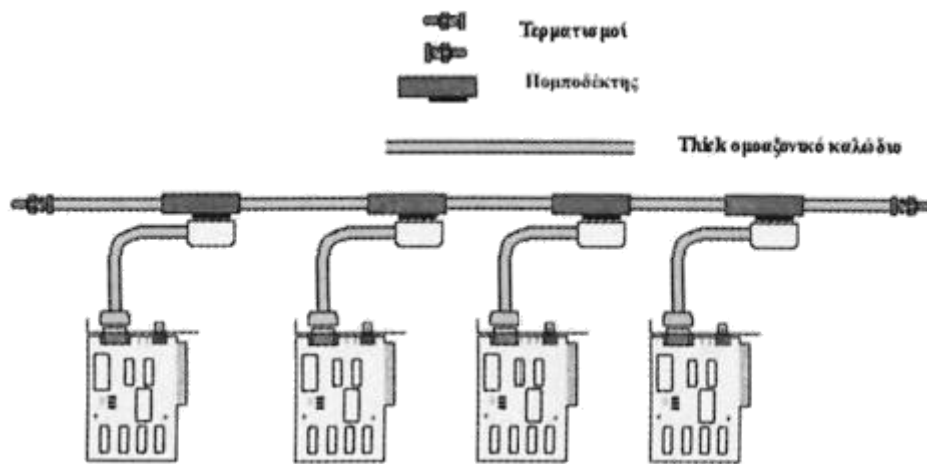
- Το καλώδιο thin έχει αντίσταση 50 ohm και μπορεί να διασυνδέσει μέχρι και 30 συσκευές που απέχουν μεταξύ τους κατ' ελάχιστο 0,5 μ. Κάθε καλωδιακό τμήμα (segment) φτάνει μέχρι και 185 μ. Η σύνδεση του καλωδίου με τις κάρτες δικτύου γίνεται με συνδετήρες -T (προφέρεται ταφ) τύπου BNC. Στα άκρα του καλωδίου τοποθετούνται τερματικές αντιστάσεις (terminators) τιμής 50 ohm. Με τη χρήση ειδικών ενδοεπαναληπτών (inter-repeaters) διασυνδέονται μέχρι και 5 φυσικά τμήματα με συνολικό μήκος 925μ. Ο ρυθμός μετάδοσης σε ένα καλώδιο τέτοιου τύπου είναι της τάξης των 10 Mbps.



Εικόνα 8.5: Ethernet δίκτυο τύπου thin

- Το καλώδιο thick έχει κι αστό αντίσταση 50 Ohm και χρησιμοποιήθηκε κυρίως ως καλώδιο Δικτύου Κορμού (Backbone), δηλαδή ως δικτυακή "ραχοκοκαλιά", πάνω στην οποία συνδέονταν επί μέρους δίκτυα ή και απλές συσκευές. Το μέγιστο φυσικό του κομμάτι φτάνει τα 500 μ και με χρήση ειδικών ενδοεπαναληπτών τα 2.500 μ. Ανά 2,5 μ. υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης πομποδέκτη (transceiver) πάνω στο καλώδιο

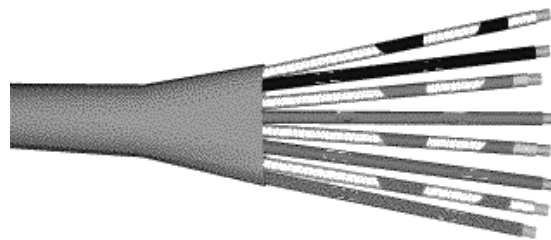
που μέσω θύρας τύπου AUI (Attachement Unit Interface), συνδέει μία συσκευή στο δίκτυο. Ο ρυθμός μετάδοσης σε ένα καλώδιο τέτοιου τύπου ήταν της τάξης των 10 Mbps.



Εικόνα 8.6: Ethernet δίκτυο τύπου thick

### 8.3 Καλώδιο τύπου UTP

Σήμερα, στις δικτυακές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται καλώδια τύπου **συνεστραμμένων ζευγών** (Twisted pair). Τα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών διακρίνονται σε **καλώδια με θωράκιση** (Shielded Twisted Pair - STP) για την αποφυγή ισχυρών ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και **σε καλώδια χωρίς θωράκιση** (Unshielded Twisted Pair - UTP). Συνήθως, χρησιμοποιείται το καλώδιο UTP που έχει αντίσταση 100 Ohm.



Εικόνα 8.7: Καλώδιο UTP

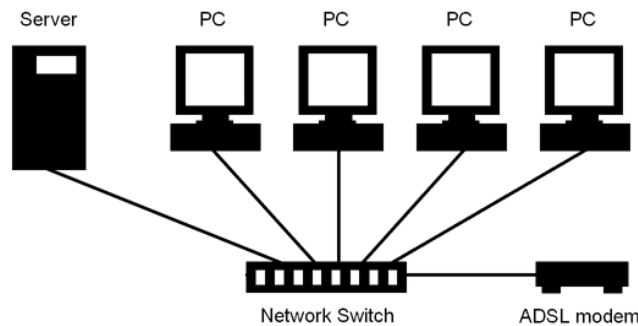
Κάθε καλώδιο UTP αποτελείται από τέσσερα (4) συνεστραμμένα ζεύγη μονωμένων συρμάτων χαλκού, τα οποία συστρέφονται και μεταξύ τους εντός πλαστικού εξωτερικού περιβλήματος. Διακρίνουμε πέντε κατηγορίες (categories) καλωδίων UTP (category 1 ή απλά cat1, μέχρι και category 5 ή cat5) από τις οποίες μόνο οι τρεις τελευταίες χρησιμοποιούνται στα τοπικά δίκτυα υπολογιστών. Ο διαχωρισμός των κατηγοριών γίνεται σύμφωνα με τα ιδιαίτερα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά τους, τα οποία και καθορίζουν το μέγιστο ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων. Τα καλώδια της κατηγορίας 5 έχουν τα καλύτερα χαρακτηριστικά και χρησιμοποιούνται συνήθως στις σύγχρονες καλωδιακές εγκαταστάσεις. Η μέγιστη δυνατή απόσταση μεταξύ δύο συσκευών που διασυνδέονται με καλώδιο UTP περιορίζεται στα 100 μ. Οι συνήθεις ρυθμοί μετάδοσης είναι 10Mbps, 100Mbps. Πρόσφατα με τη χρήση

ειδικών βελτιστοποιημένων προδιαγραφών καλωδίων κατηγορίας enhanced 5 - cat5e, έχουν επιτευχθεί ρυθμοί έως και 1 Gbps. Στα άκρα των καλωδίων χρησιμοποιούνται συνδετήρες τύπου RJ-45, οι οποίοι είναι αρσενικοί στην πλευρά των καλωδιακών απολήξεων και θηλυκοί στην πλευρά του ενεργού εξοπλισμού και των πριζών διασύνδεσης.



*Εικόνα 8.7: Συνδετήρας τύπου RJ-45*

Για κάθε έναν από τους υπολογιστές που θέλουμε να συνδέσουμε στο δίκτυο κατασκευάζουμε και ένα καλώδιο τύπου UTP. Το καλώδιο αυτό τον συνδέει σε μία **ενεργή συσκευή δικτύου** που συνήθως είναι ένας μεταγωγέας switch. Συχνά μεταξύ του καλωδίου του χρήστη και της ενεργής συσκευής μεσολαβεί μία πρίζα διασύνδεσης.



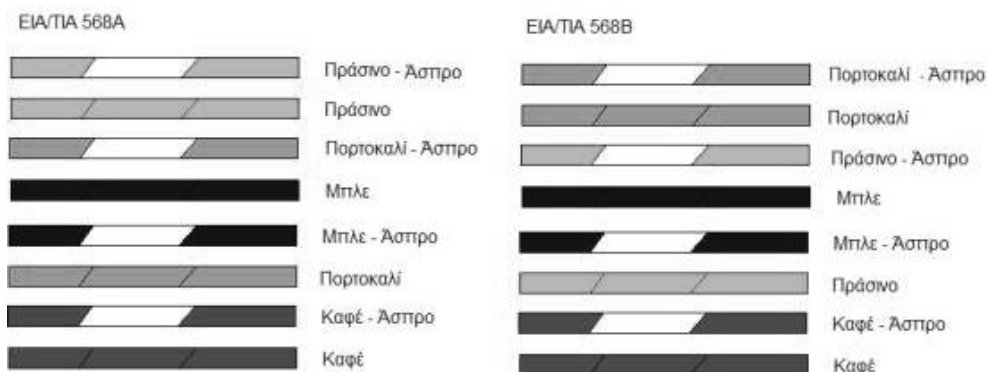
*Εικόνα 8.8: Ethernet δίκτυο με χρήση UTP καλωδίων*

Η κατασκευή του καλωδίου γίνεται με ένα προς ένα διασύνδεση των ζευγών στα δύο άκρα του καλωδίου. Η αναγκαία αναστροφή των ζευγών αποστολής και λήψης, γίνεται στο εσωτερικό του μεταγωγέα. Η διάκριση των ζευγών στα καλώδια τύπου UTP γίνεται με σαφή τρόπο. Σε κάθε ζεύγος αντιστοιχεί διαφορετικός χρωματικός συνδυασμός. Με τον τρόπο αυτό τα ζεύγη είναι αναγνωρίσιμα στα δύο άκρα του καλωδίου προκειμένου να γίνουν οι απαραίτητες καλωδιακές συνδέσεις και μετρήσεις (πίνακας 8.1).

Ζεύγη	Χρωματισμός		Συντόμευση
1ο	Άσπρο-Μπλε / Μπλε	White-Blue / Blue	W-BL / BL
2ο	Άσπρο-Πορτοκαλί / Πορτοκαλί	White-Orange / Orange	W-O / O
3ο	Άσπρο-Πράσινο / Πράσινο	White-Green / Green	W-G / G
4ο	Άσπρο-Καφέ / Καφέ	White-Brown / Brown	W-BR / BR

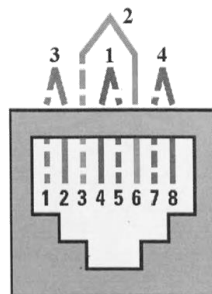
**Πίνακας 8.1:** Τα χρωματικά ζεύγη σε ένα καλώδιο UTP

Ο τρόπος τοποθέτησης των γραμμών του καλωδίου UTP στους συνδετήρες ακολουθεί το πρότυπο EIA/TIA 568A (Electronic Industry Association/Telecommunications Industry Associations Standard 568A). Το πρότυπο EIA/TIA 568A ορίζει ότι η προσαρμογή των καλωδίων σε κάθε συνδετήρα πρέπει να είναι σύμφωνη με αυτή της εικόνας 8.9. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί το πρότυπο 568B με διαφορετικό τρόπο συνδέσεων που ακολουθείται από ορισμένους.



**Εικόνα 8.9:** Χρωματικός κώδικας για διάταξη των καλωδίων σε συνδετήρα

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί, ότι στην περίπτωση του απλού Ethernet δεν είναι υποχρεωτική η χρήση όλων των ζευγών, αλλά μόνο εκείνων που αντιστοιχούν στις θέσεις 1-2 και 3-6, δηλαδή των ζευγών που έχουν χρώματα πράσινο και πορτοκαλί.



**Εικόνα 8.10:** Ζεύγη καλωδίων σε συνδετήρα (1=Μπλε, 2=Πορτοκαλί, 3=Πράσινο, 3=Καφέ)

Επειδή η καλωδίωση ενός χώρου γίνεται με προοπτική να παραμείνει ως έχει για πολλά έτη και με βάση λοιπόν το γεγονός ότι χρειάζονται και οι τέσσερα ζεύγη σε πιο σύγχρονες τεχνολογίες, φροντίζουμε ώστε η πιθανή μελλοντική μετάβαση σε αυτές να μην απαιτήσει τη μεταβολή του καλωδιακού μας εξοπλισμού και για το λόγο αυτό τερματίζουμε εξ αρχής στις άκρες των καλωδίων σε όλα τα ζεύγη.

Για την κατασκευή των καλωδίων ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

1. Προμηθευόμαστε το καλώδιο (που συνήθως πωλείται σε μορφή κουλούρας και με χρέωση ανά μέτρο).
2. Προμηθευόμαστε τους συνδετήρες. Προφανώς ο αριθμός των συνδετήρων πρέπει να είναι διπλάσιος αυτού των συνολικών διασυνδέσεων.
3. Προμηθευόμαστε το εργαλείο σύνδεσης (crimp tool) των άκρων του καλωδίου με τους συνδετήρες.
4. Μετράμε τις αποστάσεις μεταξύ των υπολογιστών και του μεταγωγέα. Η συνολική από άκρη σε άκρη απόσταση δε θα πρέπει σε καμία περίπτωση να υπερβαίνει τα 100 μέτρα. Πρέπει να είμαστε προσεκτικοί στις διαδρομές που θα ακολουθήσουμε, ώστε το καλώδιο να παραμένει προστατευμένο και μακριά από πηγές ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών (ηλεκτρικά καλώδια υψηλών τάσεων).
5. Απογυμνώνουμε τη μία άκρη του καλωδίου σε μήκος 2 περίπου εκατοστών του μέτρου. Αποσυστρέφουμε τις καλωδιακές γραμμές και τις διατάσσουμε σύμφωνα με το πρότυπο EIA/TIA 568A. Χρησιμοποιούμε έναν κόπτη ή και το ίδιο το εργαλείο σύνδεσης για να μειώσουμε ακόμα περισσότερο την απόσταση από το άκρο των απογυμνωμένων γραμμών καλωδίωσης, μέχρι την αρχή του πλαστικού περιβλήματος. Η απόσταση θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε όλες οι καλωδιακές γραμμές μαζί με τμήμα του περιβλήματος να μπορούν να εισέλθουν στο συνδετήρα.
6. Τοποθετούμε το καλώδιο εντός του συνδετήρα και φροντίζουμε όλες οι καλωδιακές γραμμές να τερματίζουν κατάλληλα στην άκρη του.
7. Τοποθετούμε το συνδετήρα προσεκτικά στην κατάλληλη υποδοχή του εργαλείου σύνδεσης και πιέζουμε μέχρι τέλους.

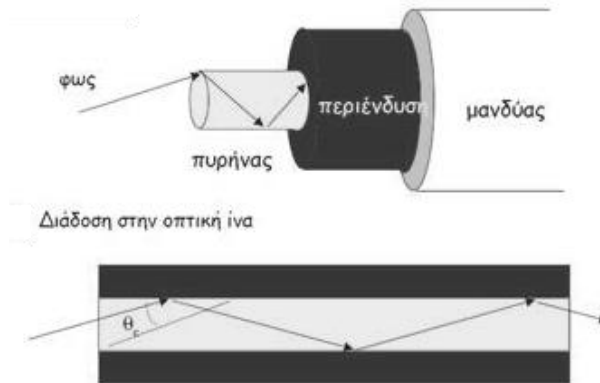
Όταν η μία άκρη του καλωδίου είναι έτοιμη' επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία για την άλλη άκρη. Προκειμένου να διαπιστώσουμε αν το καλώδιο είναι λειτουργικό πρέπει να εκτελέσουμε ακόμα μία συμπληρωματική εργασία που ονομάζεται **μέτρηση καλωδίου**. Με τη μέτρηση, που γίνεται με τη βοήθεια ειδικών οργάνων, διαπιστώνεται κατά πόσο πληρούνται συγκεκριμένες προδιαγραφές και ικανοποιούνται συγκεκριμένα κριτήρια που αφορούν στην ποιότητα του καλωδίου.

## 8.4 Οπτική ίνα

Η οπτική ίνα είναι η πιο σύγχρονη τεχνολογία υλοποίησης του φυσικού μέσου και η χρήση της αναμένεται να αυξηθεί αλματωδώς την τρέχουσα δεκαετία. Λειτουργεί με μετάδοση παλμών φωτός (και όχι ηλεκτρικών σημάτων) και για το λόγο αυτό δεν επηρεάζεται από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.

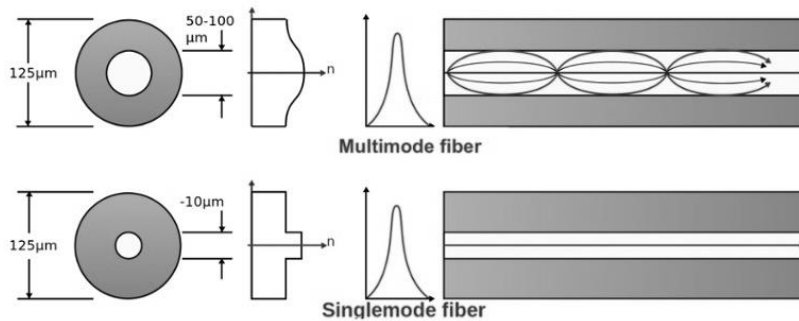
Επιπλέον οι σύγχρονες οπτικές ίνες παρουσιάζουν πολύ μικρή εξασθένηση σήματος. Εξωτερικά μοιάζει με τη γνωστή μας πετονιά και αποτελείται από τον **πυρήνα** (core), ο οποίος περιβάλλεται από **μανδύα** (cladding)

διαφορετικού δείκτη διάθλασης. Το φως "ταξιδεύει" κατά μήκος του πυρήνα, υφιστάμενο διαδοχικές ανακλάσεις από τα τοιχώματα του μανδύα. Ο πυρήνας και ο μανδύας περιβάλλονται από προστατευτικό πλαστικό κάλυμμα.



Εικόνα 8.11: Οπτική ίνα

Οι οπτικές είναι δύο κατηγοριών, οι **πολύτροπες** (multimode) και οι **μονότροπες** single-mode, ή mono-mode). Οι πολύτροπες έχουν μεγαλύτερη διάμετρο πυρήνα και παρέχουν πολλά εναλλακτικά μονοπάτια (πολλοί τρόποι μετάδοσης) στους παλμούς του φωτός. Αντίθετα στις μονότροπες, το φως ακολουθεί ένα και μόνο μονοπάτι. Ο πυρήνας των πολύτροπων έχει διάμετρο 62,5 microns (μm) ενώ των μονότροπων 9 microns. Για να αποκτήσουμε μία αίσθηση των διαστάσεων του πυρήνα μιας οπτικής ίνας αναφέρουμε ότι η μέση διάμετρος μιας ανθρώπινης τρίχας είναι περίπου 80 microns. Συνήθως η μέγιστη απόσταση μετάδοσης των οπτικών ινών είναι μέχρι 2 χιλιόμετρα για τις πολύτροπες και αρκετές δεκάδες χιλιόμετρα για τις μονότροπες.



Εικόνα 8.12: Διαφορές μεταξύ πολύτροπης και μονότροπης οπτικής ίνας

Όταν κάνουμε χρήση οπτικών ινών για επίτευξη κάποιας σύνδεσης χρησιμοποιούμε ουσιαστικά δύο οπτικές ίνες, μία για εκπομπή και μία για λήψη. Συχνά τις συναντάμε όχι σε καλώδια της μιας ίνας, αλλά σε καλωδιακούς σωλήνες (tubes) περισσότερων ινών, που περιλαμβάνουν ακόμα και συνδυασμούς μονότροπων και πολύτροπων οπτικών ινών. Στις οπτικές ίνες τοποθετούνται δύο ειδών σύνδεσμοι ο τύπος ST και ο τύπος SC. Τα πλεονεκτήματα χρήσης των οπτικών ινών είναι, η υψηλή ταχύτητα μετάδοσης, η διάδοση του οπτικού σήματος σε μεγάλες αποστάσεις, η μη ευαισθησία τους στις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και το μικρό τους βάρος. Τα μειονεκτήματα χρήσης των οπτικών ινών είναι η τεχνική δυσκολία τοποθέτησής τους και το υψηλό συνολικό κόστος εγκατάστασης.

## 8.5 Ασκήσεις

### 1. Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:

1. Περιγράψτε τα χαρακτηριστικά των ομοαξονικών καλωδίων που χρησιμοποιούνται στην καλωδίωση δικτύου.
2. Περιγράψτε τα χαρακτηριστικά του συνεστραμένου ζεύγους καλωδίων που χρησιμοποιούνται στην καλωδίωση δικτύου.
3. Περιγράψτε τα χαρακτηριστικά των καλωδίων οπτικής ίνας που χρησιμοποιούνται στην καλωδίωση δικτύου.
4. Ποια η χρήση του repeater σε δίκτυο ethernet;