



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ**
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Οπτικές επικοινωνίες – κυματοδηγοί

Διδάσκων: Τσορμπατζόγλου Ανδρέας

Είδη διαμόρφωσης - 1

Η διαμόρφωση στις οπτικές επικοινωνίες περιλαμβάνει την μεταβολή των ιδιοτήτων ενός οπτικού σήματος (φορέας) για την κωδικοποίηση πληροφοριών (πώς θα φτιάξω τις καταστάσεις “0” και “1” για να μεταδώσω την ψηφιακή πληροφορία). Η διαδικασία διαμόρφωσης επιτρέπει τη μετάδοση δεδομένων μέσω αλλαγών στα βασικά χαρακτηριστικά του οπτικού σήματος και μπορούν να διακριθούν ως προς 2 βασικές κατηγορίες:

- 1. Ισχύς (ένταση) του σήματος**
- 2. Βασικά χαρακτηριστικά του φέροντος κύματος**
 - α. Φάση
 - β. Συχνότητα
 - γ. Πλάτος
 - δ. Πόλωση

Είδη διαμόρφωσης - 2

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες συνήθεις τεχνικές διαμόρφωσης που χρησιμοποιούνται στην οπτική επικοινωνία:

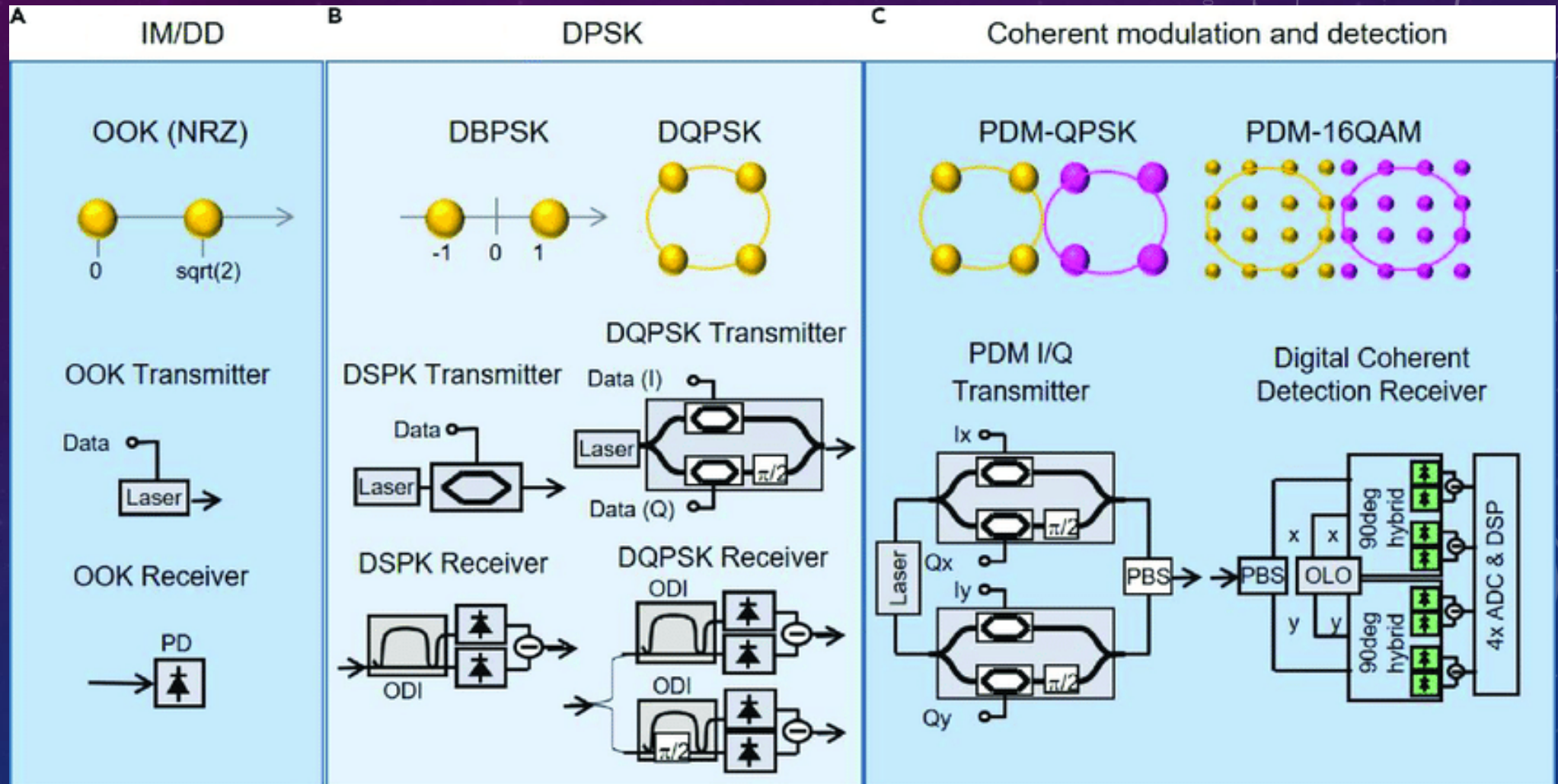
- Διαμόρφωση Έντασης (IM): Η ένταση (ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας) του σήματος διαμορφώνεται για την αναπαράσταση ψηφιακών δεδομένων. Η υψηλή ένταση μπορεί να αντιπροσωπεύει την κατάσταση '1', ενώ η χαμηλή ένταση αντιπροσωπεύει την άλλη κατάσταση '0'. Είναι μια απλή και ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική διαμόρφωσης. Πιο κοινός τύπος η On-Off Keying (OOK).
- Διαμόρφωση Φάσης (PM): Περιλαμβάνει τη μεταβολή της φάσης του οπτικού φορέα για την αναπαράσταση δεδομένων. Οι αλλαγές στη φάση αντιστοιχούν σε αλλαγές στα δυαδικά δεδομένα ('1', '0'). Η διαμόρφωση φάσης είναι λιγότερο ευάλωτη στο θόρυβο σε σχέση με τη διαμόρφωση έντασης.

Είδη διαμόρφωσης - 3

- Διαμόρφωση Συχνότητας (FM): Η διαμόρφωση συχνότητας περιλαμβάνει τη μεταβολή της συχνότητας του οπτικού φορέα ανάλογα με το εισερχόμενο σήμα. Οι αλλαγές στη συχνότητα αναπαριστούν τα ψηφιακά δεδομένα. Η διαμόρφωση συχνότητας χρησιμοποιείται λιγότερο συχνά στην οπτική επικοινωνία σε σχέση με τη διακύμανση έντασης και φάσης.
- Διαμόρφωση Πλάτους Κλειδώματος (ASK): Η ASK είναι ένας τύπος διαμόρφωση έντασης όπου το πλάτος του οπτικού φορέα διακυμαίνεται για την αναπαράσταση διαφορετικών καταστάσεων δυαδικών δεδομένων. Είναι μια απλή και ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική στην οπτική επικοινωνία.
- Διαμόρφωση Συχνότητας Κλειδώματος (FSK): Η FSK είναι ένας τύπος διαμόρφωσης συχνότητας όπου η συχνότητα του οπτικού φορέα μεταβάλλεται για την αναπαράσταση διαφορετικών καταστάσεων δυαδικών δεδομένων.
- Διαμόρφωση Φάσης Κλειδώματος (PSK): Η PSK είναι ένας τύπος διαμόρφωσης φάσης όπου η φάση του οπτικού φορέα μεταβάλλεται για την αναπαράσταση διαφορετικών καταστάσεων δυαδικών δεδομένων.

Είδη διαμόρφωσης - 4

- Differential Binary Phase Shift Keying (DBPSK)
- Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK)
- On-Off Keying (OOK)



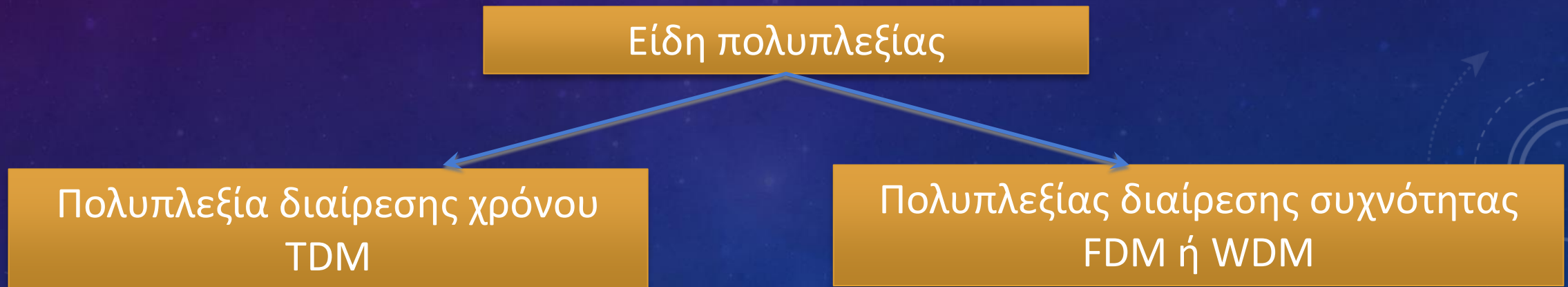
Επιλογή διαμόρφωσης

Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή τύπου διαμόρφωσης

- Ρυθμός Δεδομένων: Ο επιθυμητός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων επηρεάζει την επιλογή της τεχνικής διαμόρφωσης, καθώς ορισμένες τεχνικές μπορεί να υποστηρίζουν υψηλότερους ρυθμούς από άλλες (QAM).
- Ευαισθησία στο Θόρυβο: Η ανθεκτικότητα του σήματος στο θόρυβο είναι σημαντική, και ορισμένες τεχνικές διαμόρφωσης είναι πιο ανθεκτικές σε θόρυβο από άλλες (QAM).
- Ευαισθησία στη διασπορά: Κάποιες τεχνικές είναι πιο ανθεκτικές στη διασπορά (DPSK).
- Εύρος Ζώνης: Το διαθέσιμο εύρος ζώνης επηρεάζει την επιλογή της τεχνικής διαμόρφωσης, καθώς ορισμένες τεχνικές απαιτούν μεγαλύτερο εύρος ζώνης (OOK).
- Τύπος Φορέα: Εξαρτάται από το εάν χρησιμοποιείται μονότονος φορέας ή Wavelength Division Multiplexing (WDM) (IM σε συνδυασμό OOK).

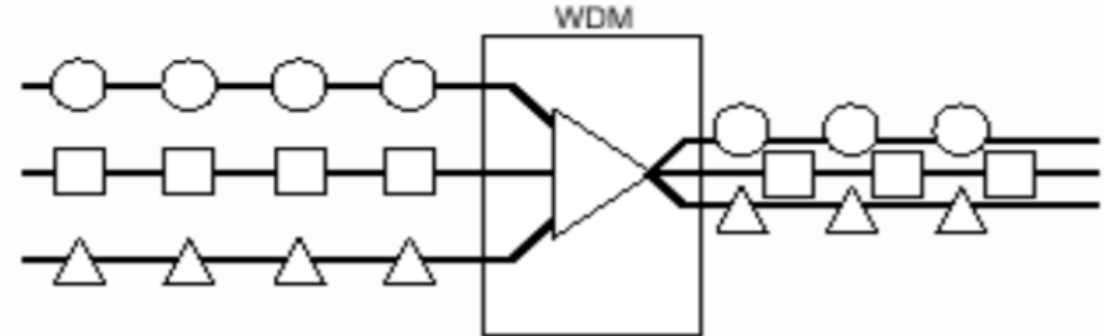
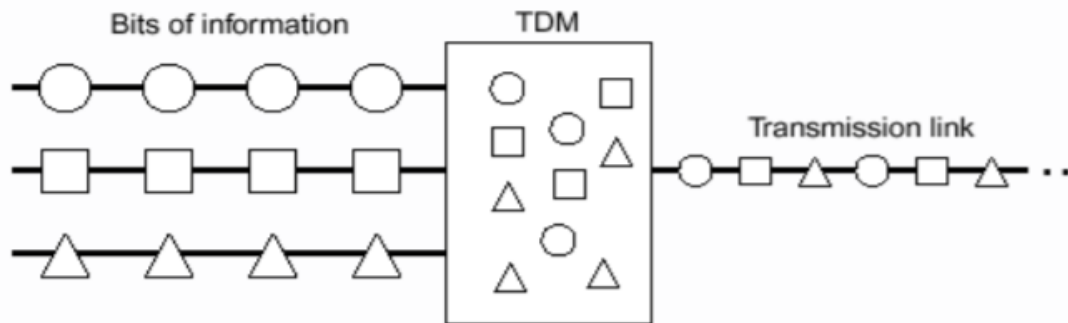
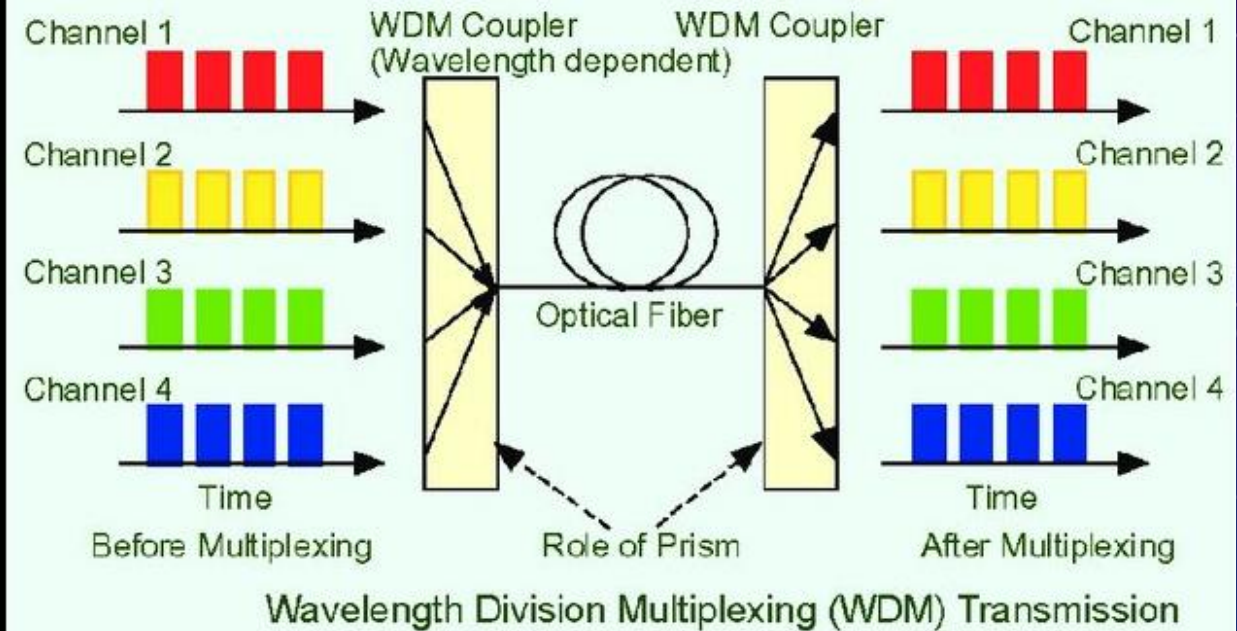
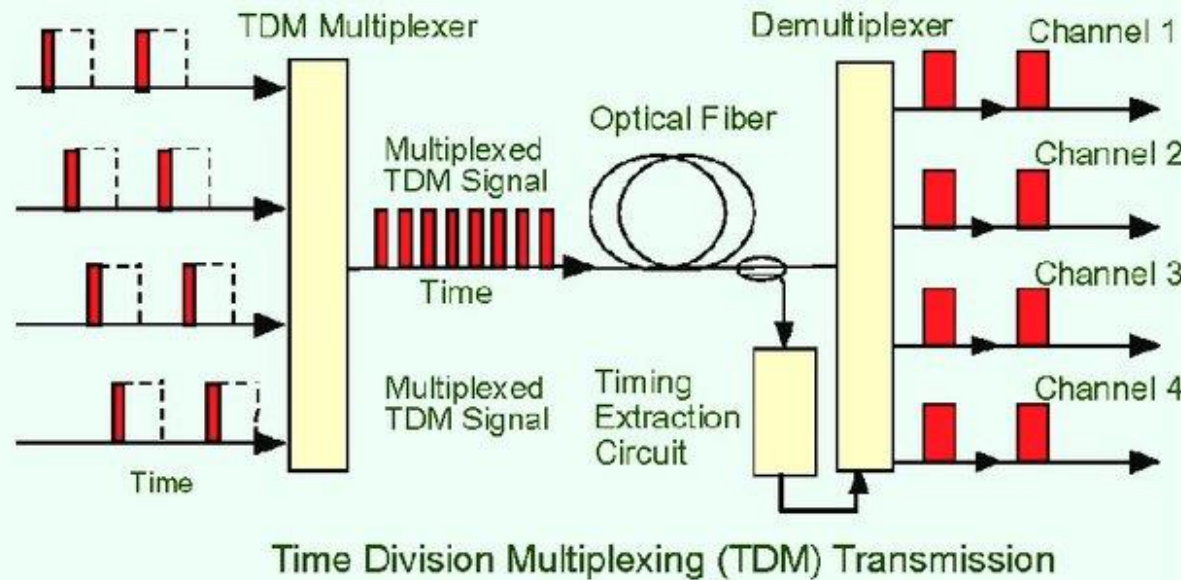
Πολυπλεξία - 1

- Ένα ψηφιακό κανάλι που μεταφέρει πληροφορία (π.χ. φωνή) λειτουργεί στα 64kb/s.
- Κάθε κανάλι όμως μπορεί να μεταδώσει έως 10 Gb/s.
- Για να αξιοποιηθεί η χωρητικότητα του συστήματος και να μεταδοθούν πολλά κανάλια ταυτόχρονα απαιτείται πολυπλεξία. Δύο είναι τα βασικά είδη πολυπλεξίας και χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα.



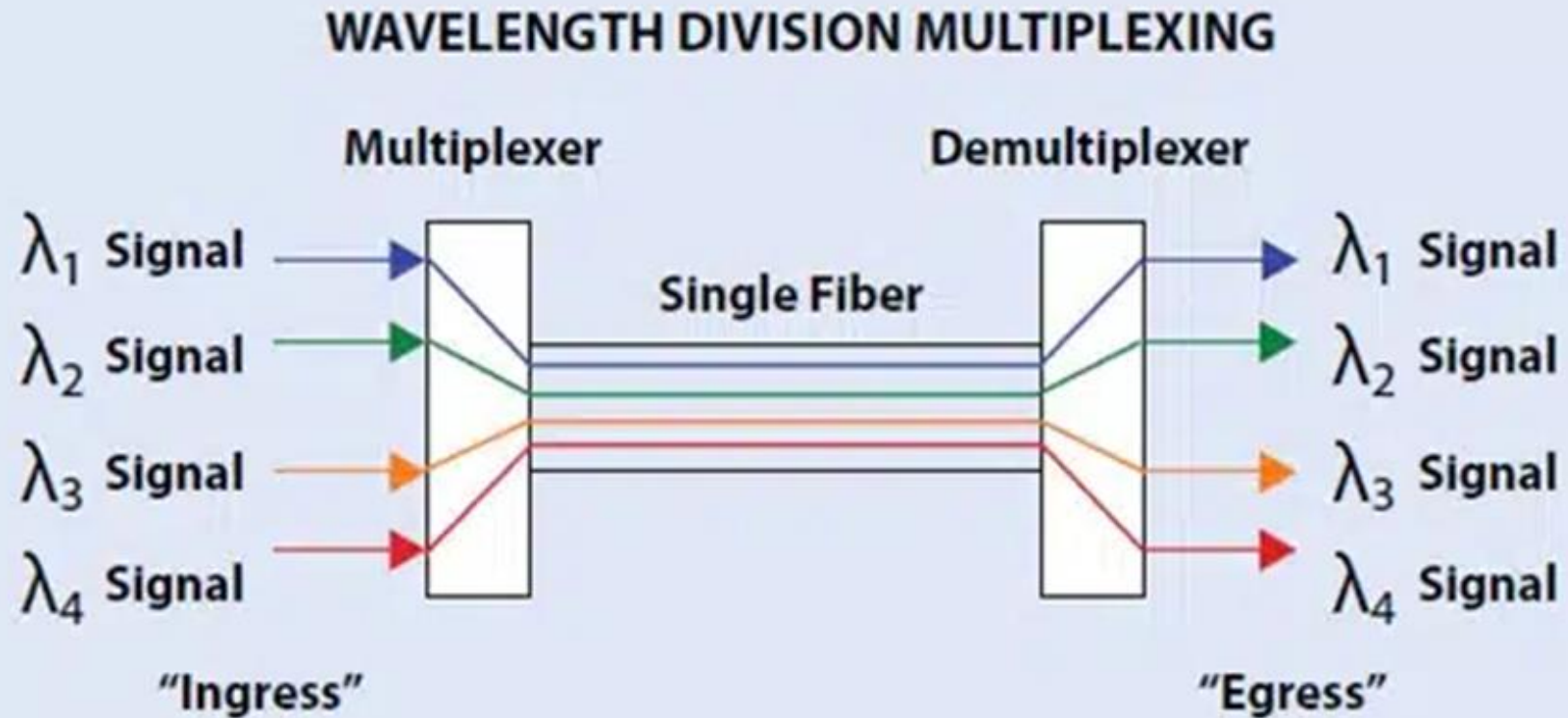
Πολυπλεξία - 2

TDM



Πολυπλεξία - 3

Έξοδοι
πολλαπλών
πομπών
διαφορετικών
συχνοτήτων



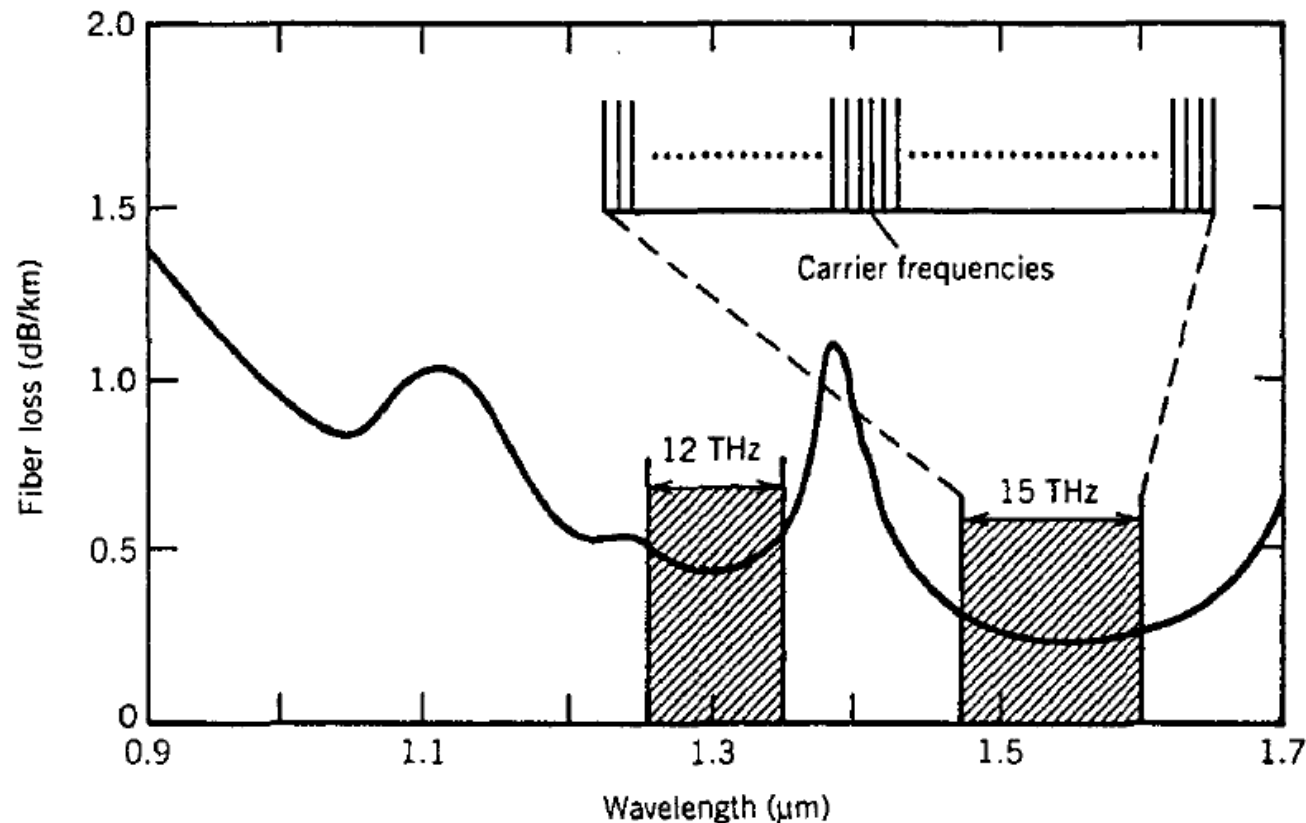
Πολυπλεξία – Χαρακτηριστικά του TDM

- Η οπτική ίνα έχει τεράστιο εύρος ζώνης που πρέπει να χρησιμοποιήσουμε όσο το δυνατόν καλύτερα
- Ό ένας τρόπος είναι να αυξήσουμε το ρυθμό μετάδοσης πολυπλέκοντας πολλά μικρά «κανάλια». π.χ. $64 \text{ κανάλια} \times 155 \text{ Mb/s} = 10 \text{ Gb/s}$
- Εμπορικά διαθέσιμοι ρυθμοί TDM είναι της τάξης των 40Gb/s.
- Τα ηλεκτρονικά θέτουν ένα όριο στο μέγιστο ρυθμό.
- Οι οπτικές τεχνολογίες για απευθείας TDM στο οπτικό επίπεδο (χωρίς ηλεκτρονικά) είναι ακόμα μακριά.

Πολυπλεξία – Χαρακτηριστικά του WDM

- Στην ουσία πρόκειται για πολυπλεξία στο πεδίο των συχνοτήτων.
- Μεταδίδουμε πολλά μήκη κύματος στην ίδια ίνα και κάθε μήκος κύματος είναι μία ιδεατή ίνα (virtual fiber)
- Σε μία πρώτη θεώρηση τα μήκη κύματος (χρώματα) δεν παρεμβάλλονται
- Το WDM χρησιμοποιείται πολύ σε δίκτυα longhaul, metro αλλά και υποβρύχιες ζεύξεις.
- Με χρήση TDM + WDM μπορούμε να μεταδώσουμε πληροφορία με ρυθμούς της τάξης του Tb/s (!) = 1.000Gb/s=1.000.000Mb/s

Πολυπλεξία - 4



Τα μήκη κύματος που μπορώ να χρησιμοποιήσω σε ένα οπτικό παράθυρο είναι περιορισμένα λόγω:

- της διακριτικής ικανότητας των οπτικών και ηλεκτρονικών στοιχείων του δικτύου
- του θορύβου
- της διασποράς

Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των καναλιών μπορεί να είναι 0.6nm ή 80GHz για κανάλια 20Gb/s.

Ερωτήσεις

- Τι είναι η διαμόρφωση στις οπτικές επικοινωνίες;
- Ποια βασικά χαρακτηριστικά του οπτικού σήματος χρησιμοποιώ για τη διαμόρφωσή του;
- Ποιες είναι οι βασικές τεχνικές διαμόρφωσης;
- Ποιοι είναι οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή τύπου διαμόρφωσης;
- Γιατί απαιτείται πολυπλεξία σε ένα σύστημα οπτικών επικοινωνιών;
- Ποια είναι τα βασικά είδη πολυπλεξίας;
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα οι τεχνικές πολυπλεξίας χρόνου και μήκους κύματος;
- Πόσα μήκη κύματος μπορώ να χρησιμοποιήσω σε ένα οπτικό παράθυρο χαμηλής εξασθένισης;
- Γιατί δεν μπορώ να χρησιμοποιήσω άπειρα μήκη κύματος σε ένα οπτικό παράθυρο χαμηλής εξασθένισης;