

سیستمهای مخابرات نوری – فصل 0

فهرست مطالب، مقدمه

زاهدان – دانشگاه سیستان و بلوچستان – دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر –
گروه مهندسی الکترونیک – دکتر محمدعلی منصوری بیرجندی

mansouri@ece.usb.ac.ir

mamansouri@yahoo.com

Optical communication systems

- **Section 1:**

- 1- Introduction to optical communication**

- 2- Optical sources**

- 3- Optical modulators**

- **Section 2:**

- 4- Optical Fiber**

- 5- Dispersion compensators**

- 6- Optical couplers**

- 7- Optical filters**

- **Section 3**

8- Optical detectors

9- Optical Multiplexer/Demultiplexe

10- Optical isolators and circulators

11- Wavelength Converters

12- Optical switches

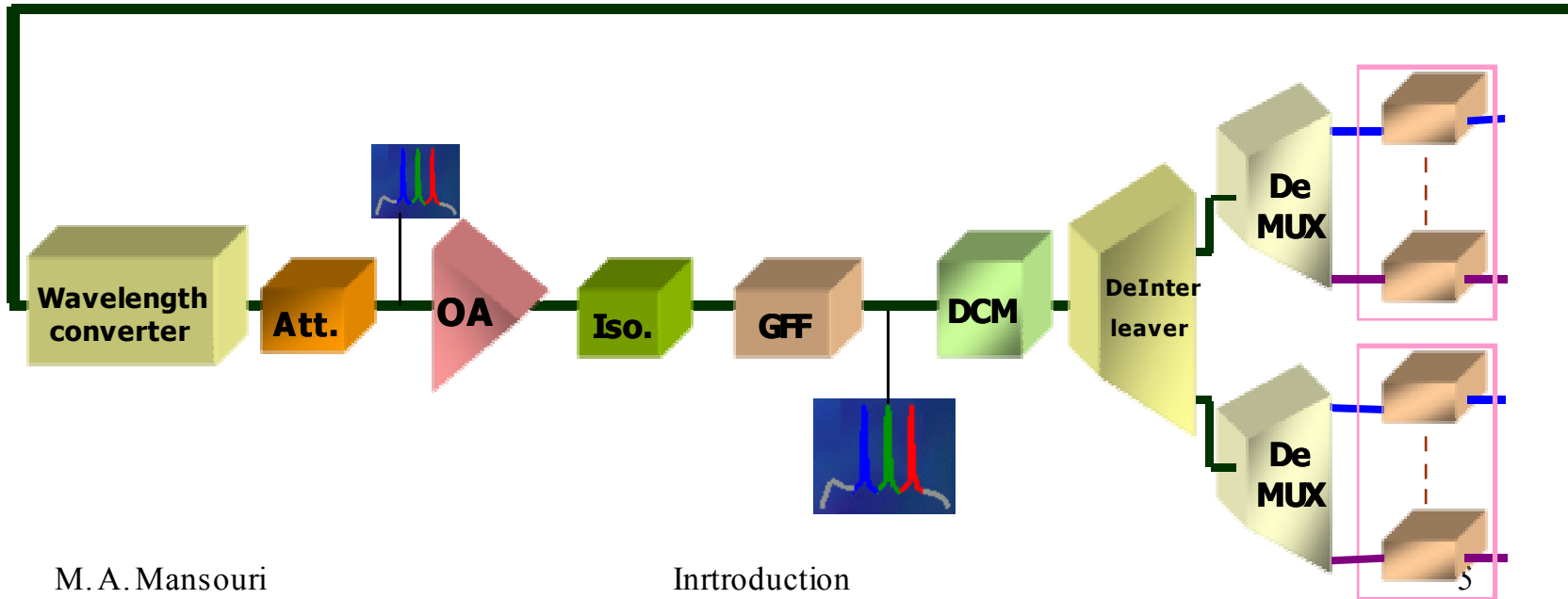
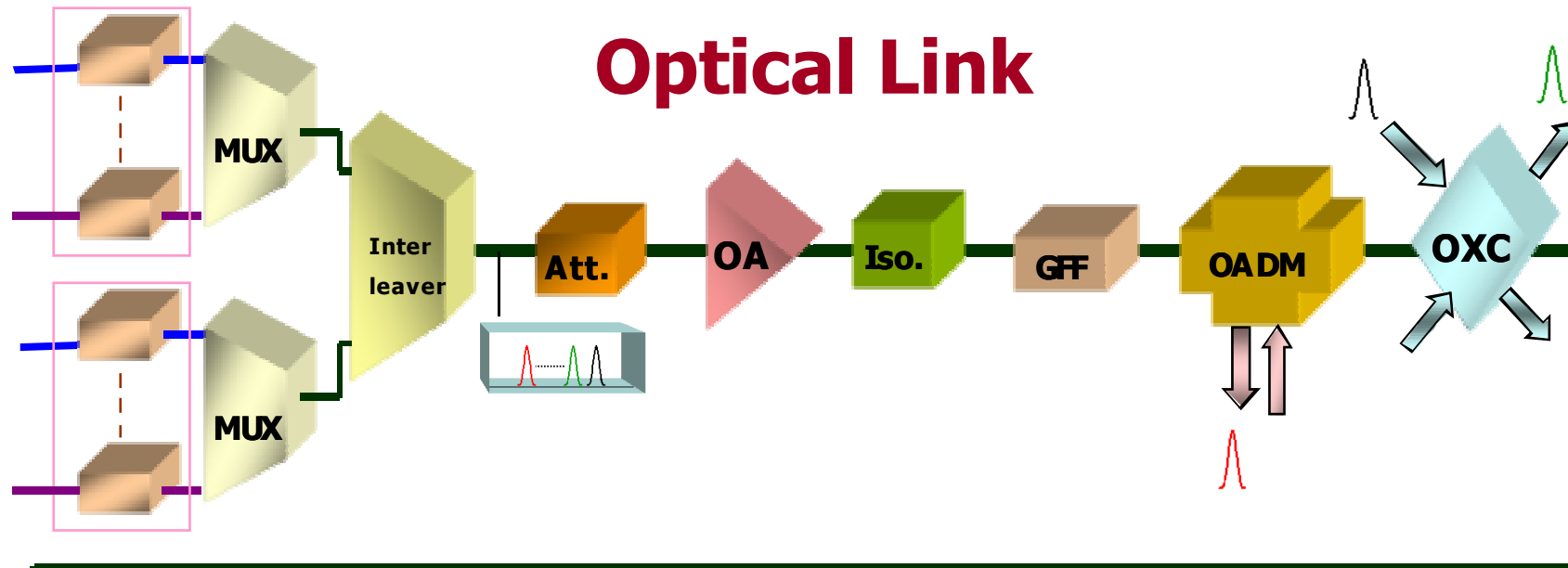
13- Optical amplifiers

14- Optical attenuators

References

- 1- S. V. Kartalopoulos, DWDM networks, Devices and technology, John Wiley & Sons, Inc., 2003**
- 2-R. Ramaswami, K. N. Sivarajan, Optical networks, A practical perspective, 2nd ed., Morgan Kaufmann Publisher, 2002**
- 3-H. J. R. Dutton, Understanding optical communications, IBM corporation, 1998**

Lasers and Modulators



M. A. Mansouri

Introduction

Detectors

دلایل انتخاب نور برای پردازش اطلاعات

- مصونیت در مقابل تداخل الکترومغناطیسی (بی باری ذرات نور)
- عدم تداخل سیگنال های نوری متقاطع
- قابلیت زیاد موازی شدن (ارسال و دریافت اطلاعات دو بعدی)
- سرعت و پهنای باند زیاد (پالسهای نوری چند فمتو ثانیه)
- هدایت سیگنال (پرتو نور) براحتی
- ساخت افزاره هایی با کاربرد خاص
- طبیعت موجی نور
- پاسخ غیر خطی برخی مواد نسبت به نور
- سادگی ارتباط با الکترونیک

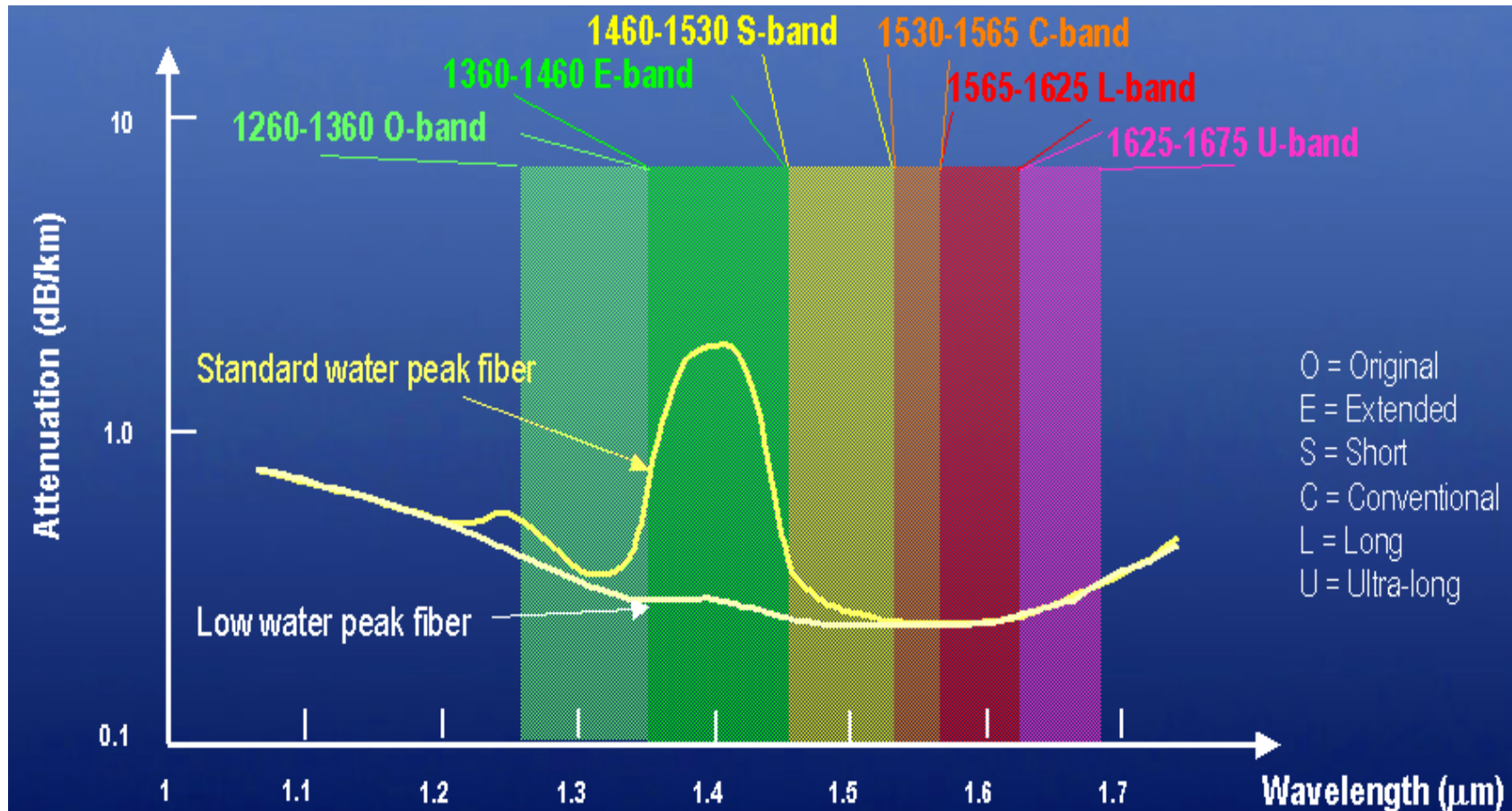
مزایای مخابرات فیبر نوری

- سبکتر بودن و کوچکتر بودن فیبر نوری از کابل
- هزینه های کمتر فیبر از کابلهای مسی و وفور مواد اولیه فیبر
- پهنای باند بزرگتر (ظرفیتهای بالاتر از Tera bit/sec)
- مصونیت بیشتر نسبت به میدانهای الکتریکی و الکترومغناطیسی
- امنیت بهتر در برابر تداخل و پارازیت
- تلفات کمتر (موجب کاهش تقویت کننده ها و تکرار کننده ها)
- عایق بودن الکتریکی (مشکلات اتصال کوتاه وجود ندارد)
- انعطاف پذیری خوب

معایب فیبر نوری

- هزینه کابل کشی بسیار بالاست (7 میلیون تومان برای یک کیلومتر)
- فقط در مسیرهای طولانی و مسیرهای پر ظرفیت کاربرد بهینه می تواند داشته باشد.
- جاهائی امکان کابل کشی وجود ندارد (از موبایل و سیستم های بی سیم (wireless) استفاده می شود.

Fiber Bands



peak at 1400 nm due to the *OH* - ions in the fiber

Multiplexing:

(TDM) مالتی پلکس تقسیم زمانی

(WDM) مالتی پلکس تقسیم طول موج

(DWDM) مالتی پلکس تقسیم طول موج با چگالی کانال زیاد

افزایش ظرفیت انتقال اطلاعات در سیستمهای مخابرات نوری:

1. خواباندن فیبرهای جدید :
(مستلزم صرف هزینه زیاد)
2. بهره برداری بیشتر از پهنای باند موثر فیبرهای موجود:
 - 2-1- افزایش نرخ بیت ← **TDM**
 - 2-2- افزایش تعداد طول موجها ← **WDM**

مالتی پلکس تقسیم زمانی (TDM) (Time Division Multiplexing)



نرخهای انتقالی که در TDM استفاده می شود:

STM-1: 155 Mbps

STM-4: 622 Mbps

STM-16: 2.5 Gbps

STM-64: 10 Gbps

STM-256: 40 Gbps

مسائل نرخ بیت‌های بالا در TDM :

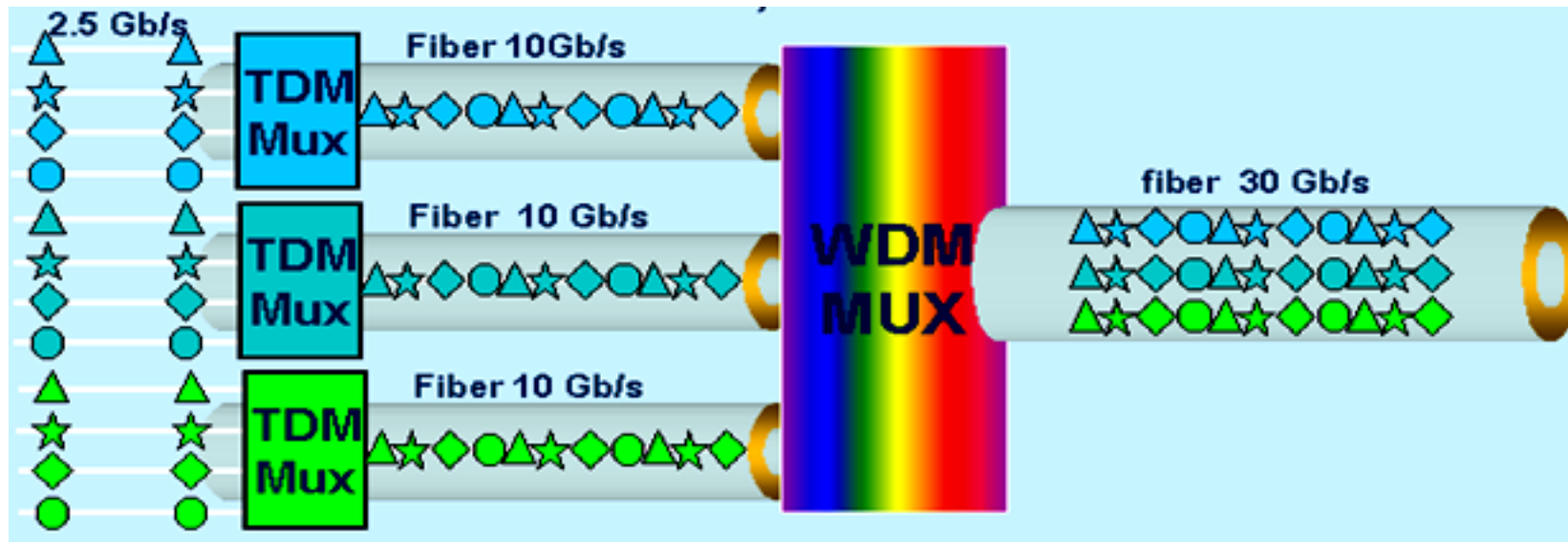
- - complex and costly
- - chromatic dispersion
- - nonlinear effects
- - Polarization Mode Dispersion

بنابراین:

چندین کانال با طول موج‌های مختلف را در کنار هم قرار داده، و بطور همزمان بر روی یک فیبر منتقل کنیم:

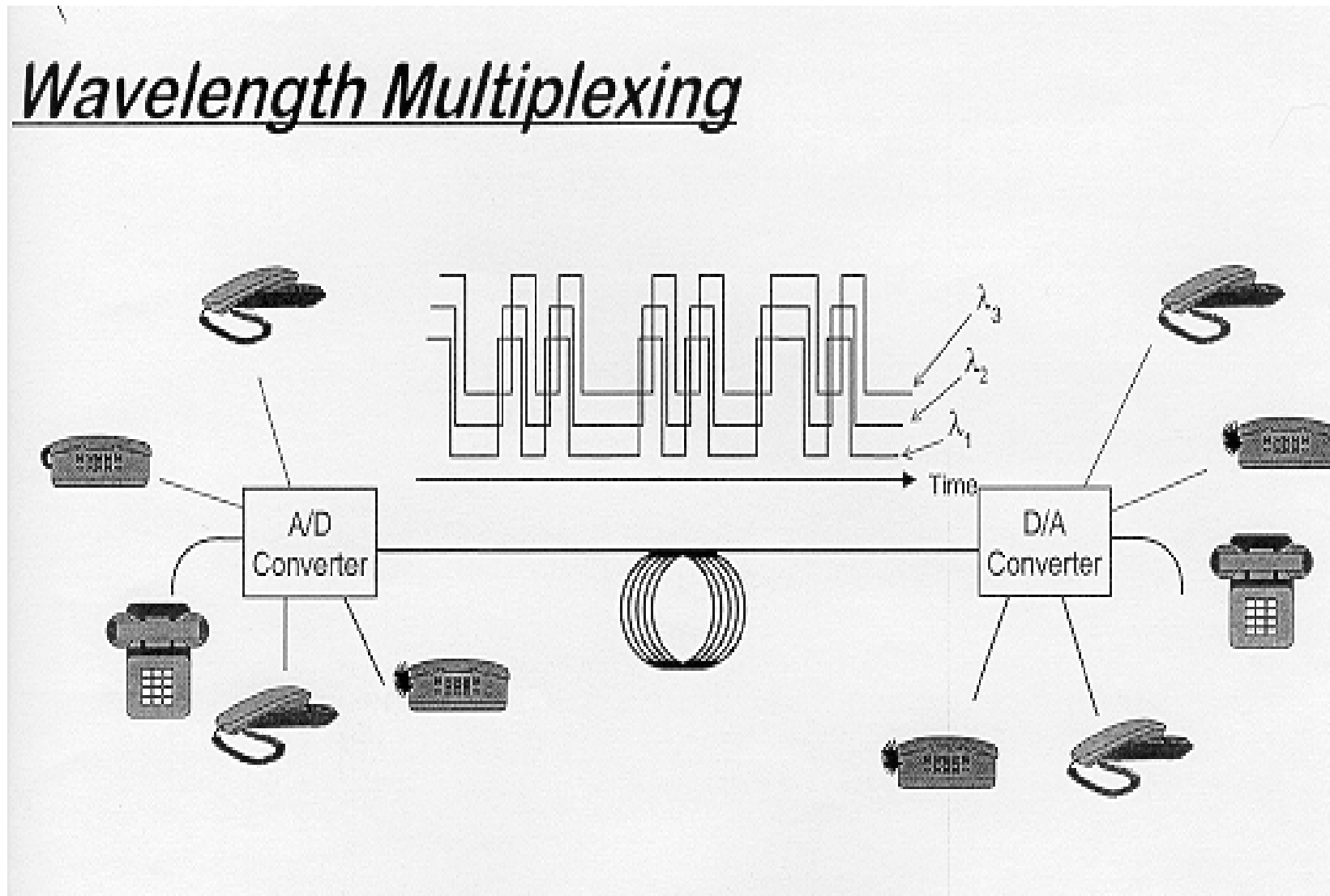
یعنی: ← مالتی پلکس تقسیم طول موج (WDM)

مالتی پلکس تقسیم طول موج (WDM) (Wavelength Division Multiplexing)

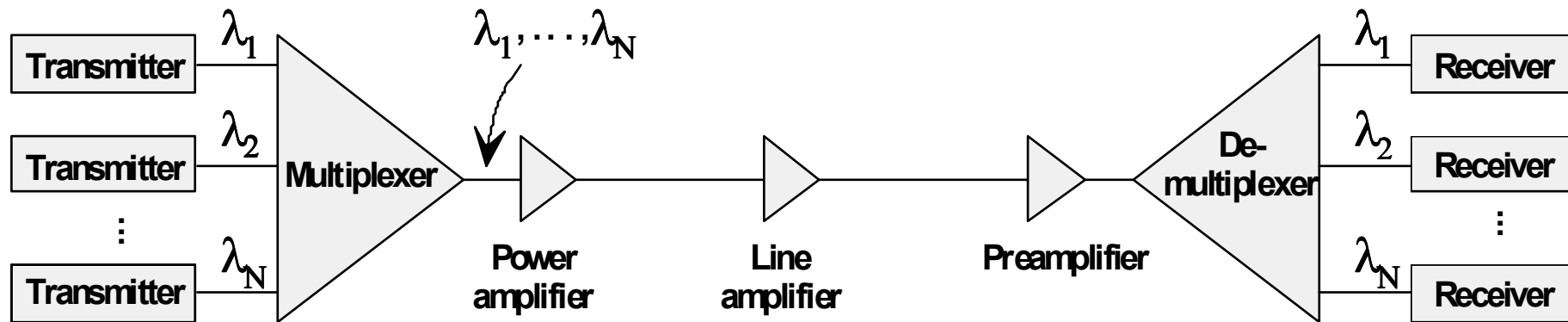


تعداد زیادی از کانالهایی با نرخ بیت 2.5 تا 40 Gb/s را به یکباره به وسیله یک فیبر انتقال دهیم.

Wavelength Multiplexing



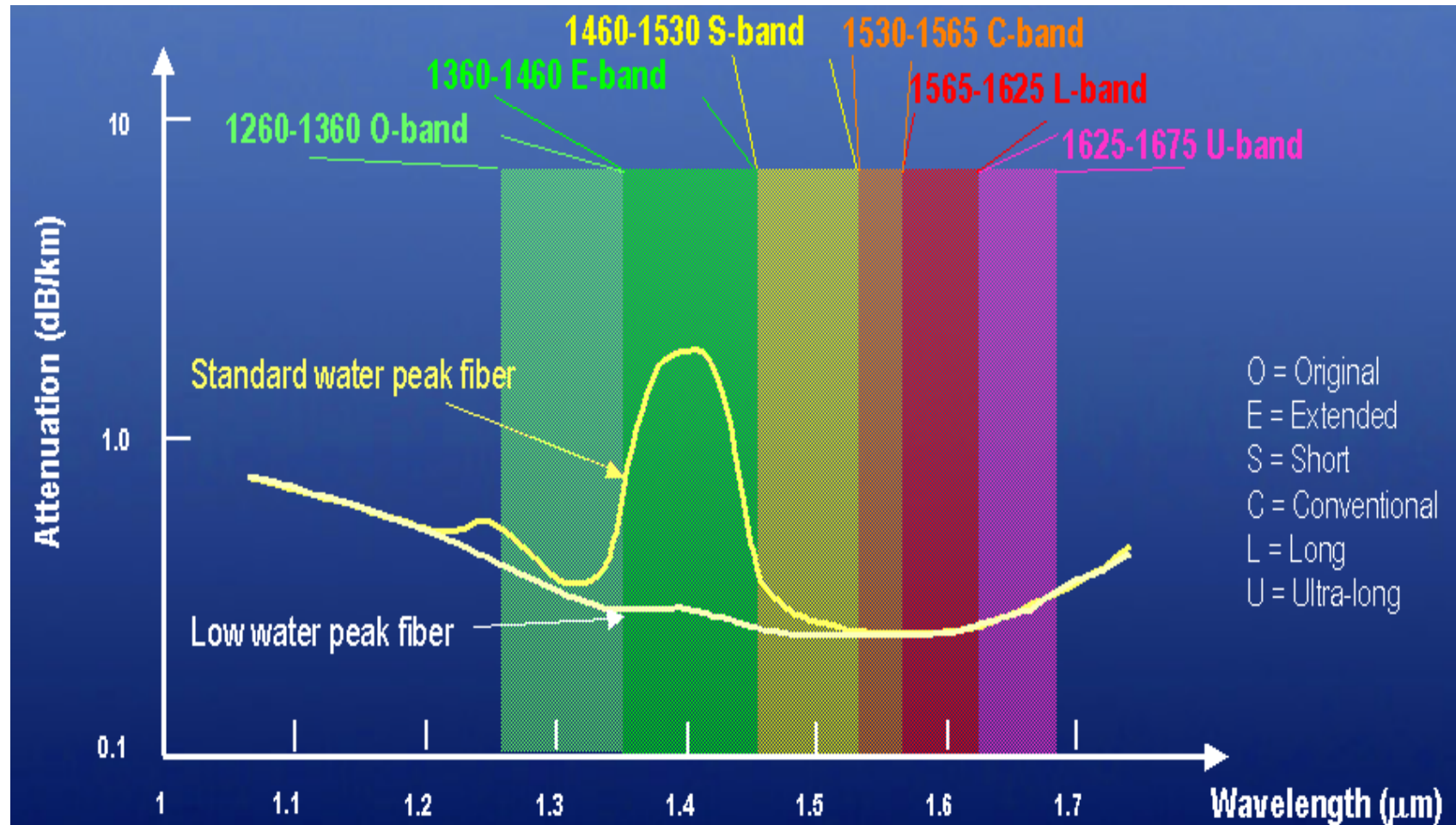
مالتی پلکس تقسیم طول موج با چگالی کانال زیاد (DWDM)



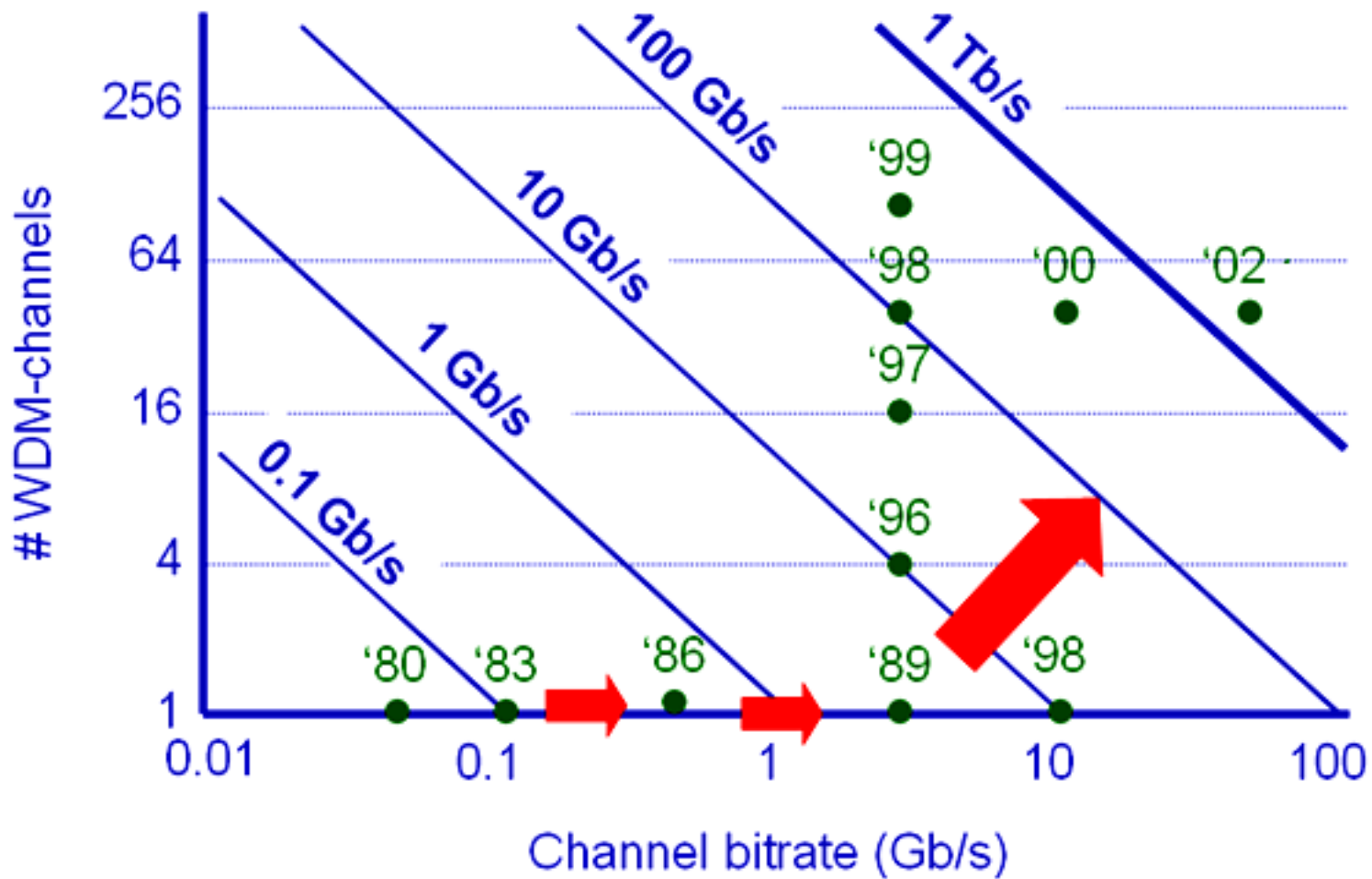
number of wavelength channels > 16

Dense WDM → DWDM

G. 692 standard: 81 channel in C band (1530-1565 nm) Channel spacing= 50 GHz(0.4 nm)



transmission capacity growth



Today Technology

1530 - 1560 nm window (C-band)

80 ~ 100 channels of 2.5 Gbps (50 GHz spacing)

32 ~ 40 channels of 10 Gbps (100 GHz spacing)

350 km transmission with 10 Gbps without regenerator

- **three 90 km span, total 270 km**
- **four 80 km span, total 320 km**
- **five 70 km span, total 350 km**

640 km transmission with 2.5 Gbps without regenerator

- **three 120 km span, total 360 km**
- **five 100 km span, total 500 km**
- **eight 80 km span, total 640 km**

Tomorrow Technology

1530 - 1600 nm window (C & L-bands)

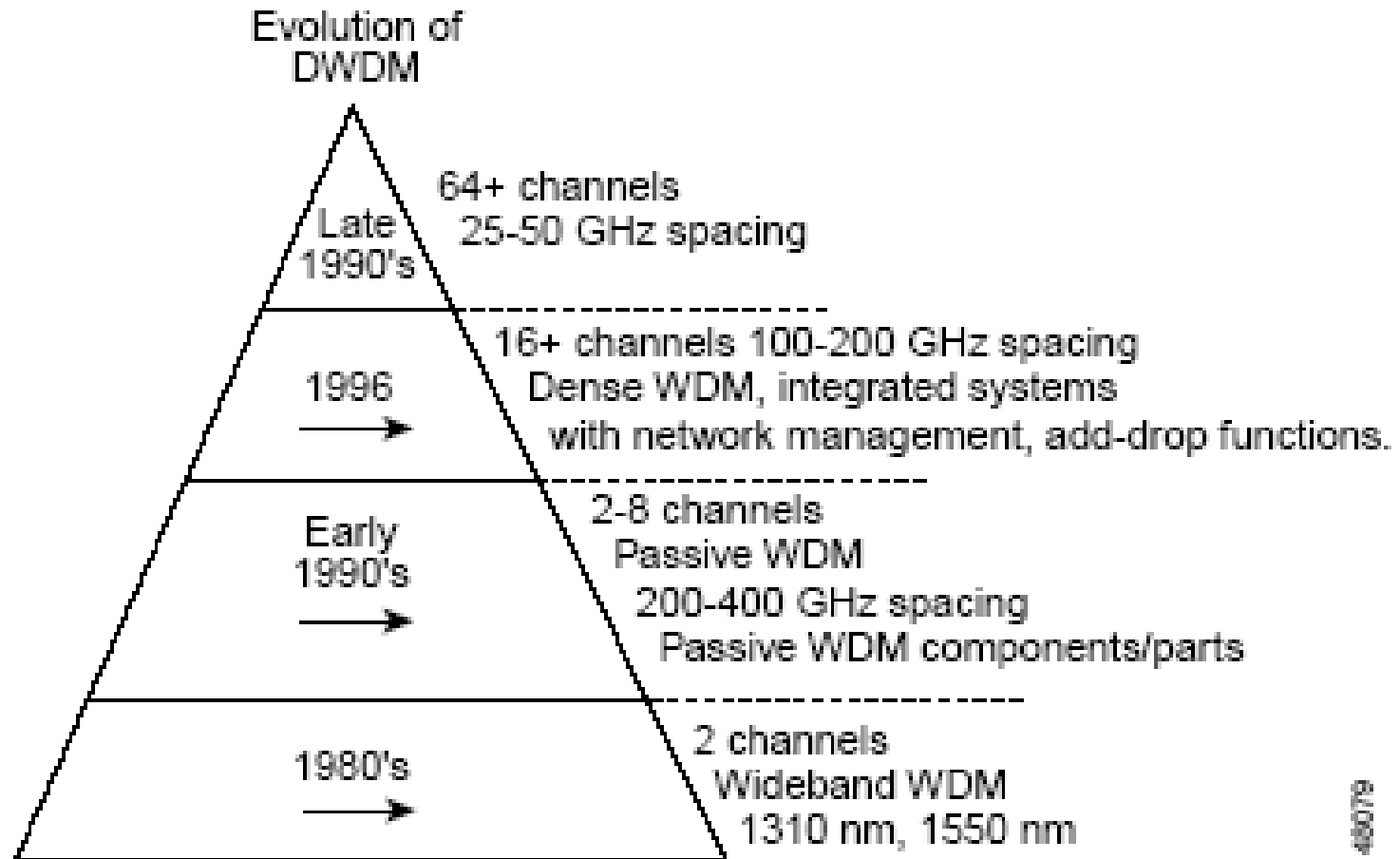
100 ~ 200 channels of 2.5 Gbps

64 ~ 100 channels of 10 Gbps

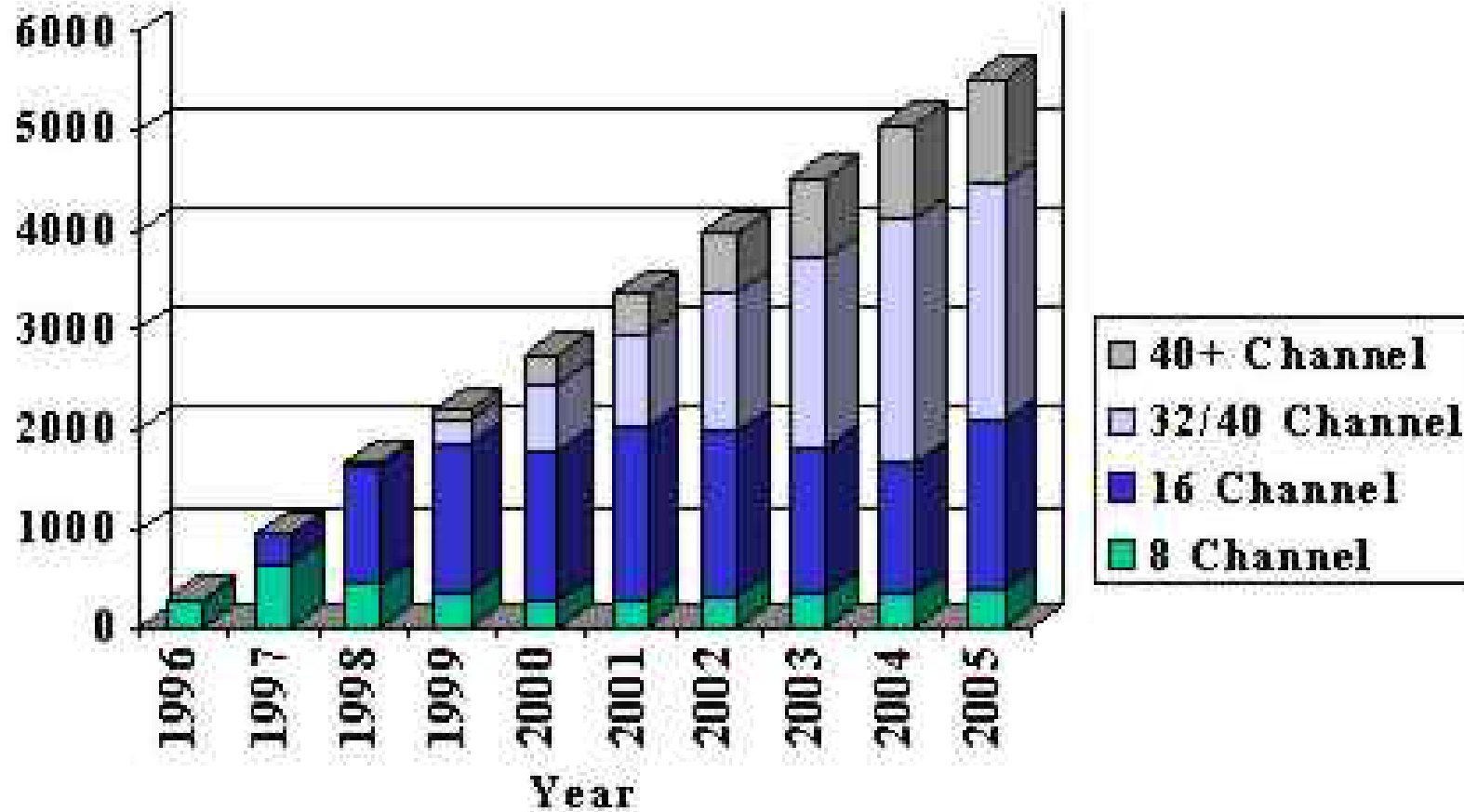
After...

1480 - 1530 nm window by Raman amplification (S band)

پیشرفت سیستم‌های DWDM



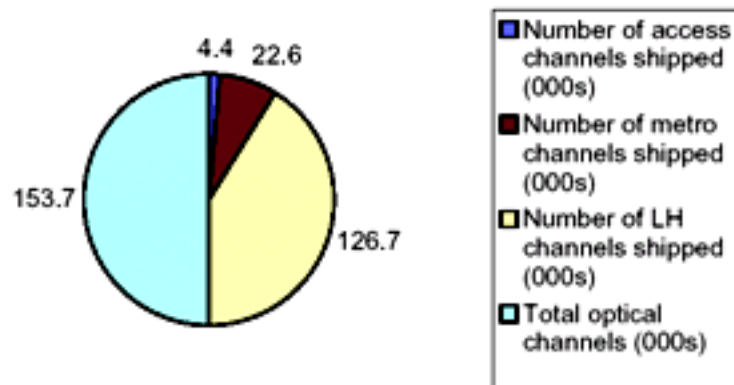
WDM Channel Market Forecast



Five-Year Forecasts of Worldwide Shipments of WDM Channels (000s)

	2002	2003	2004	2005	2006
Access	4.4	7.5	16.7	31.5	43.8
Metro	22.6	27.1	35.7	50.0	65.0
Long-Haul	126.7	135.5	154.6	179.6	207.6
TOTAL	153.7	170.1	207.0	261.1	316.4

Worldwide Shipments of WDM Channels (2002)



Worldwide Shipments of WDM Channels (000s) 2006

