





Kỹ thuật thông tin quang

Optical Communications

(TEL1406)

Bộ môn Tín hiệu và Hệ thống

28/01/2023 1



Thông tin chung về môn học

- Thời lượng môn học:
 - 3TC (32LT + 8BT + 4TNTH + 1TH)
- Mục tiêu:
 - Kiến thức:
 - ✓ Cung cấp những kiến thức cơ sở về thông tin quang:
 - Các thành phần cơ bản trong hệ thống thông tin quang
 - Một số vấn đề trong thiết kế các loại hệ thống thông tin quang
 - ✓ Nguyên lý hoạt động của một hệ thống thông tin quang
 - ✓ Làm cơ sở cho các môn học chuyên sâu khác
 - Kỹ năng: Sinh viên nắm được nguyên lý hoạt động của một hệ thống thông tin quang và các nguyên tắc cơ bản trong thiết kế hệ thống.

28/01/2023 2





Thông tin chung về môn học

- Tài liệu tham khảo:
 - Bài giảng môn: Kỹ thuật thông tin sợi quang, Học viện CNBCVT.
 - **G. Keiser**, *Optical Fibre Communications*, 4th edition, McGraw-Hill, 2010.
 - **G. P. Agrawal**, *Fiber-optics Communication Systems*, 4th edition, Wiley, 2010.
- Đánh giá:

– Chuyên cần:	10 %
– Thực hành:	10%
– Kiểm tra giữa kì:	20%
– Thi kết thúc học phần:	60%

Thiếu một đầu điểm thành phần bất kì
→ không đủ điều kiện dự thi

28/01/2023

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

3





Nội dung môn học

- Chương 1: **Tổng quan về thông tin quang**
- Chương 2: **Sợi quang**
- Chương 3: **Bộ phát quang**
- Chương 4: **Bộ thu quang**
- Chương 5: **Một số phần tử quang cơ bản khác**
- Chương 6: **Các hệ thống thông tin quang**

28/01/2023

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

4





Chương 1

Tổng quan về thông tin quang

28/01/2023

5



Nội dung chương 1

- 1.1. Lịch sử phát triển thông tin quang**
- 1.2. Một số khái niệm cơ bản trong thông tin quang**
- 1.3. Mô hình tổng quát hệ thống thông tin quang**
- 1.4. Các giải pháp tăng dung lượng hệ thống thông tin quang**
- 1.5. Các ứng dụng của kỹ thuật thông tin quang**

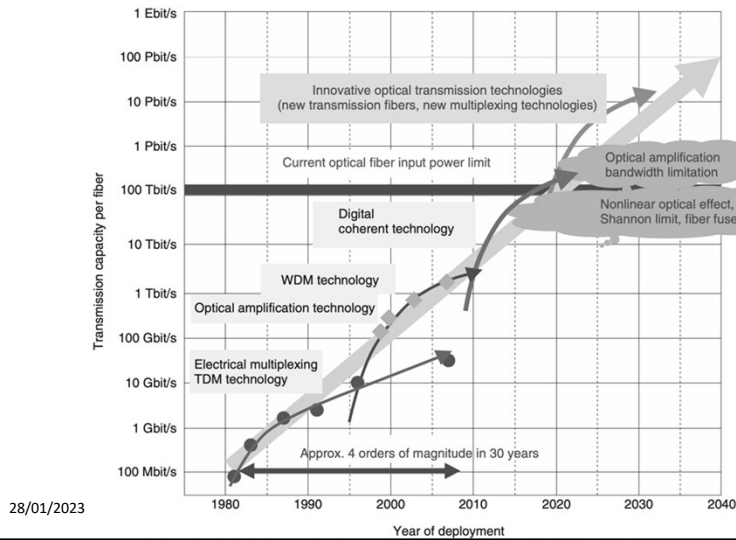
28/01/2023

6



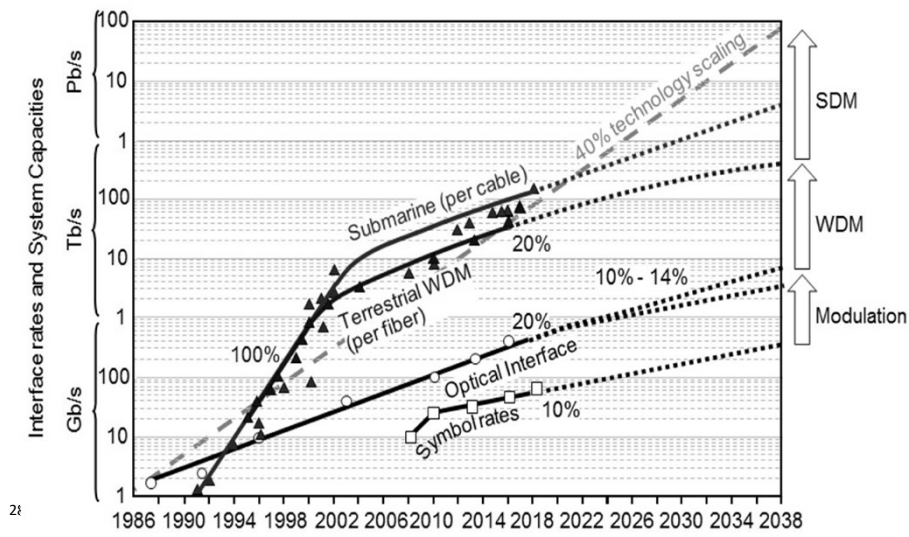
1- Lịch sử phát triển

- Quá trình phát triển các hệ thống viễn thông



1-Lịch sử phát triển

- Quá trình phát triển các hệ thống viễn thông





1-Lịch sử phát triển

- Các thể hệ hệ thống truyền dẫn quang:
 - ✓ Thể hệ 1 (1977 ~ 1995):
 - 1980: đa mode (850nm, IM/DD) 45-90 Mb/s
 - 1985: sợi đơn mode (1300 nm, IM/DD) 140-280 Mb/s
 - 1995: sợi đơn mode(1550 nm, coherent) 2,5 Gb/s
 - ✓ Thể hệ 2 (1995 ~ 2008):
 - Hệ thống quản lý tán sắc
 - 2000: sợi đơn mode/DWDM (C-band, IM/DD) 400 Gb/s
 - 2002: sợi đơn mode/DWDM (C&L band, IM/DD) 2400 Gb/s
 - ✓ Thể hệ 3: (2008 ~ hiện nay):
 - Bộ khuếch đại quang
 - Hệ thống coherent
 - ✓ Thể hệ 4: (các nghiên cứu từ 2008 đến nay):
 - Ghép kênh phân chia theo không gian

28/01/2023

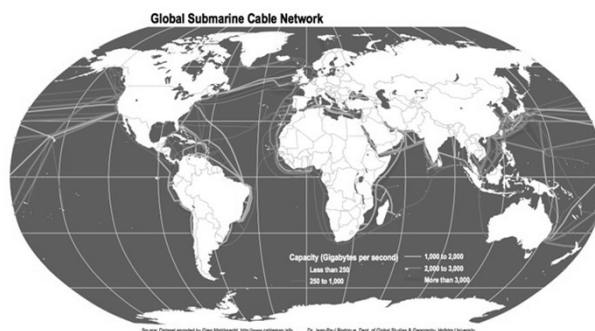
HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

9



1-Lịch sử phát triển

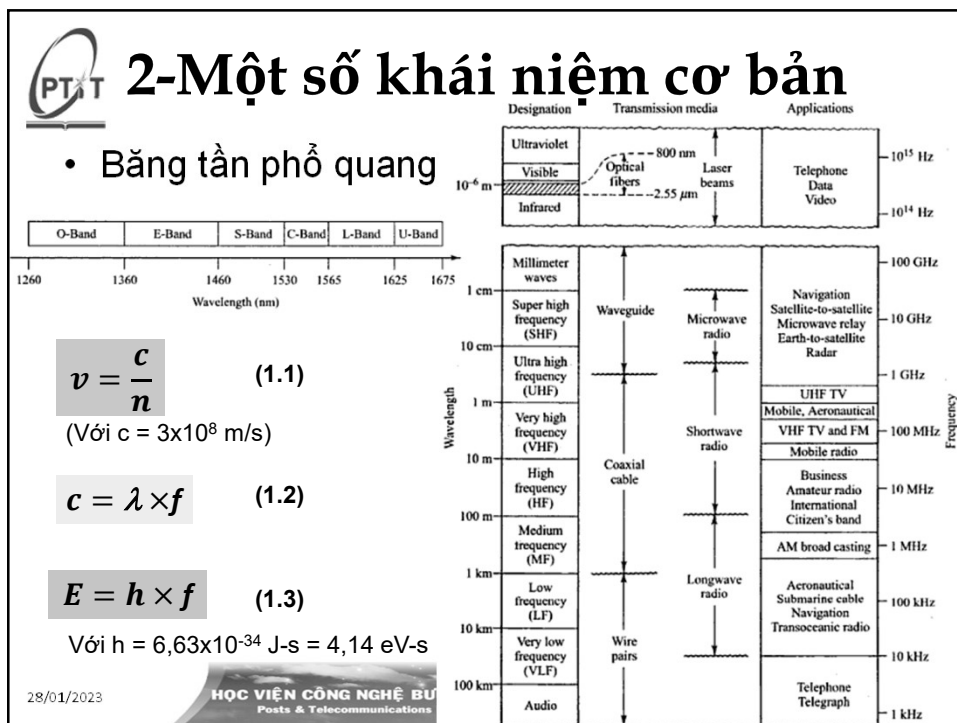
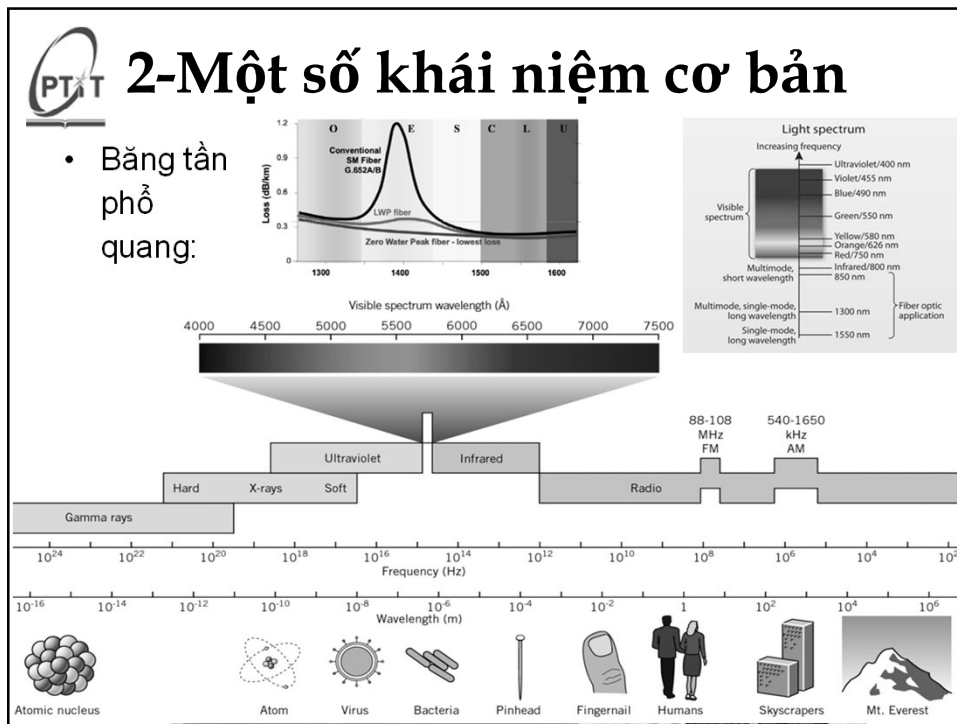
- Cuộc cách mạng thông tin
 - ✓ Cuộc cách mạng công nghiệp của thế kỉ 19 nhường chỗ cho cuộc cách mạng thông tin trong thập kỉ 90.
 - ✓ Cuộc cách mạng sợi quang là kết quả tự nhiên của sự phát triển Internet.



28/01/2023

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

10





2-Một số khái niệm cơ bản

- Bài tập 1.1:

Tính tần số ánh sáng và năng lượng photon tương ứng với bước sóng 1300nm. Cho biết hằng số Plank $h=6,625.10^{-34}$ J.s và vận tốc ánh sáng trong chân không $c=3.10^8$ m/s.

13



2-Một số khái niệm cơ bản

- Đơn vị công suất:

- Đơn vị công suất có thể được biểu diễn theo:

- Thang tuyến tính: W, mW
- Thang logarithm: dBm, dBW

$$P(\text{dBm}) = 10 \times \log_{10}(P(\text{mW}))$$

- Trong kỹ thuật thường sử dụng thang đo logarith:

- Biểu diễn công suất trong một dải rộng giá trị
- Đơn giản hóa việc tính toán mức công suất

- Ví dụ: 1 mW \leftrightarrow 0 dBm

$$2 \text{ mW} \leftrightarrow 3 \text{ dBm}$$

28/01/2023

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

14



2-Một số khái niệm cơ bản

- Đơn vị công suất:
 - Trong kỹ thuật sử dụng thang đo logarith: Đề-xi-ben

- **P(dBm)- Công suất Đề-xi-ben tuyệt đối:**

$$P[dBm] = 10 \lg \frac{P_m [mW]}{1 [mW]} \quad (1.4)$$

- **P(dB) – Công suất Đề-xi-ben tương đối:**

$$P[dB] = 10 \lg \frac{P_m [mW]}{P_{ref} [mW]} \quad (1.5)$$

28/01/2023

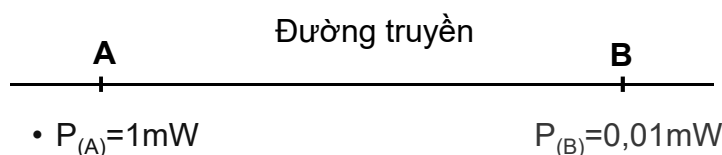
 HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
 Posts & Telecommunications Institute of Technology

15



2-Một số khái niệm cơ bản

- Đơn vị công suất:
 - Ví dụ về **P(dB)** và **P(dBm)**



- **P(dBm)** (Đề-xi-ben tuyệt đối) = ? (tại A; tại B)
- **P(dB)** (Đề-xi-ben tương đối) = ? (giữa A và B)

28/01/2023

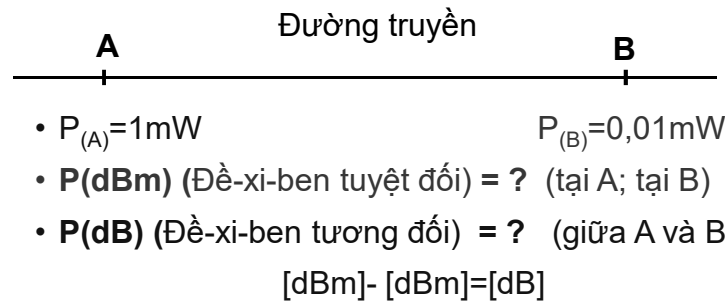
 HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
 Posts & Telecommunications Institute of Technology

16



2-Một số khái niệm cơ bản

- Đơn vị công suất:
 - Ví dụ về P(dB) và P(dBm)



Bài tập 1.2: Biết: $L_{AB} = 100\text{km}$,

Hệ số suy hao (suy hao/km): $a = 0,2\text{dB/km}$

Xác định suy hao đường truyền giữa A-B (A_2)?

28/C



2-Một số khái niệm cơ bản

- Các tiêu chuẩn trong thông tin quang:

Mục đích

- Tạo công bằng, thống nhất giữa các nhà sản xuất, đơn vị thiết kế, phát triển hệ thống và người dùng: đảm bảo kết nối tin cậy, an toàn giữa những người dùng và phân xử tranh chấp giữa nhà cung cấp và khách hàng trong hoạt động của sản phẩm.

Vai trò

- Đưa ra sự đảm bảo về chất lượng và hiệu suất nhất định cho sản phẩm, thiết bị: tất cả sản phẩm được chứng nhận sẽ đáp ứng các tiêu chí đã đặt ra.
- Tiêu chuẩn về sợi quang giúp xác định các tham số về môi trường truyền dẫn vật lý: cho phép xây dựng giải pháp cho hệ thống độc lập với môi trường truyền dẫn.
- Các tiêu chuẩn được sử dụng để so sánh các tham số và hiệu năng của các cáp quang khác nhau trong cùng một điều kiện hệ thống, làm cơ sở cho các giải pháp cải thiện hệ thống.

28/01/

18



2-Một số khái niệm cơ bản

- Các tổ chức chuẩn hoá:

- ✓ Các tiêu chuẩn quốc tế

- ISO/IEC (International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission): tập trung chủ yếu vào tham số kỹ thuật của sản phẩm, thiết bị.
- ITU-T (International Telecommunications Union): tập trung vào khuyến nghị về mạng, giao thức kết nối và tín hiệu cho hệ thống viễn thông.

- ✓ Các tiêu chuẩn quốc gia

- Mỗi quốc gia có bộ tiêu chuẩn riêng (dựa trên các tiêu chuẩn quốc tế) được hiệu chỉnh phù hợp với đặc thù quốc gia mình. Một số tổ chức chuẩn hoá quốc gia:
 - ETSI (European Telecommunications Standards Institute)
 - TTA/EIA (Telecommunication Industries Association/ Electronic Industries Alliance)
 - TCVN: TCVN/JTC1 – Công nghệ thông tin; TCVN/TC/E6 – Phát thanh truyền hình; TCVN/TC/E7 – Cáp quang

28/0



3-Mô hình tổng quát hệ thống

- Phân loại hệ thống thông tin quang:

Phân loại hệ thống TTQ phụ thuộc vào tiêu chí phân loại:

- ✓ Theo số lượng kênh bước sóng

- Hệ thống thông tin quang **đơn kênh**: sử dụng một bước sóng
- Hệ thống thông tin quang **đa kênh**: sử dụng nhiều bước sóng

- ✓ Theo môi trường truyền dẫn

- Hệ thống thông tin **quang sợi**: sử dụng sợi quang
- Hệ thống thông tin **quang không dây**: sử dụng không gian tự do

- ✓ Theo phương pháp điều chế – tách sóng

- Hệ thống **điều biến cường độ – tách sóng trực tiếp** (IM-DD)
- Hệ thống **điều biến trường – tách sóng coherent**

- ✓ ...

28/01/2023

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

20



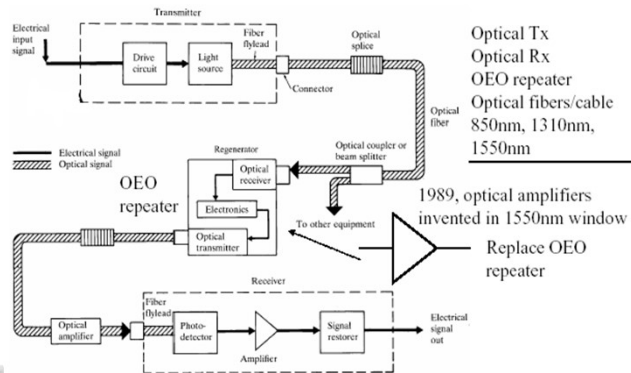
3-Mô hình tổng quát hệ thống

- Mô hình tổng quát:



Sơ đồ khối hệ thống thông tin quang đơn kênh

- Sợi quang
- Bộ phát quang
- Bộ thu quang
- Bộ khuếch đại quang
- Bộ bù tán sắc



28/01/2023

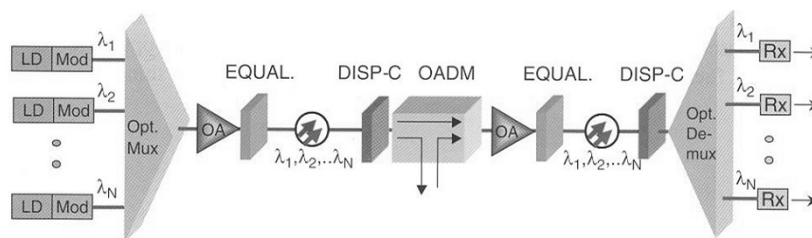
HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

21



3-Mô hình tổng quát hệ thống

- Sơ đồ khối hệ thống truyền dẫn quang đa kênh:



LD Mod = Laser Diode + Modulator Rx = Receiver

OA = WDM Optical amplifier

DISP-C = WDM Dispersion compensation

EQUAL. = WDM Equalization

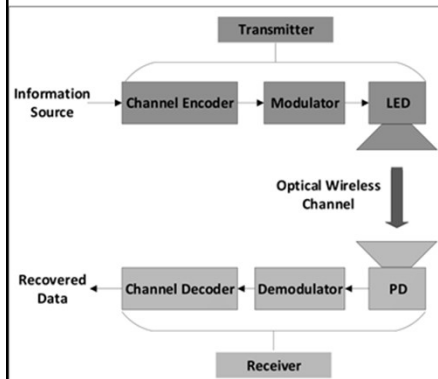
OADM = Optical Add-Drop Multiplexer

28 Ref.: S. Kartalopoulos, WDM Networks, Devices and Technology



3-Mô hình tổng quát hệ thống

- Sơ đồ khối hệ thống quang không dây (trong nhà + ngoài trời):

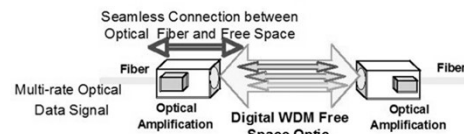


28/01/2023

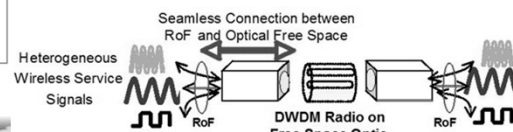
HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU
Posts & Telecommunications Institute of Technology



(a) Conventional FSO System



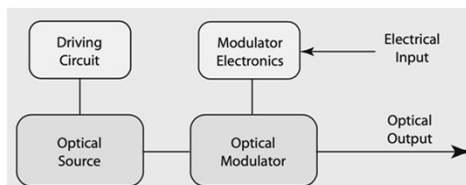
(b) Next Generation FSO System



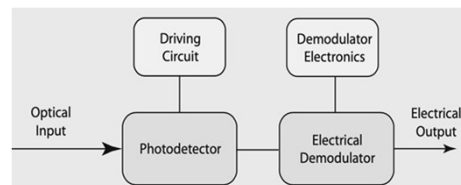
(c) Advanced DWDM RoFSO System



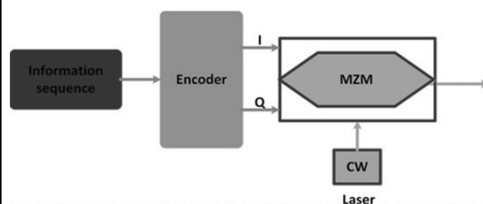
3-Mô hình tổng quát hệ thống



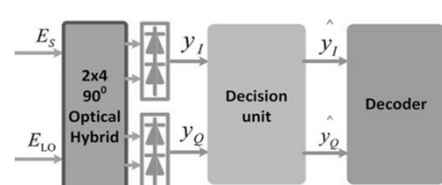
Sơ đồ khối bộ phát quang điều biến cường độ



Sơ đồ khối bộ thu quang tách sóng trực tiếp



Sơ đồ khối bộ phát quang điều biến trường



Sơ đồ khối bộ thu quang tách sóng coherent

28/01/2023

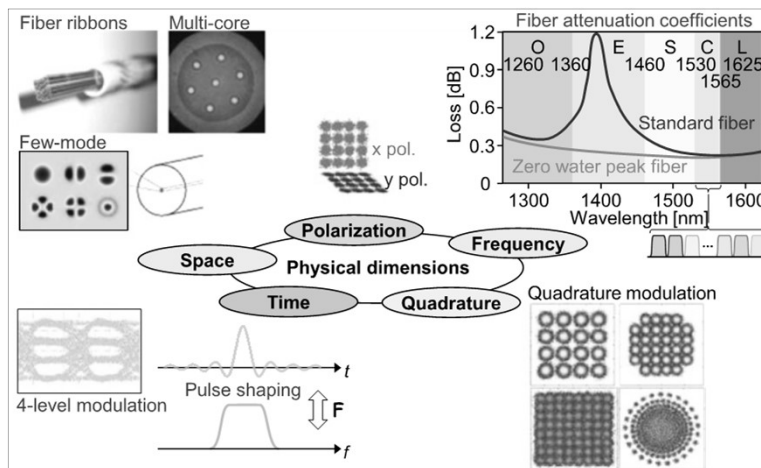
HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

24



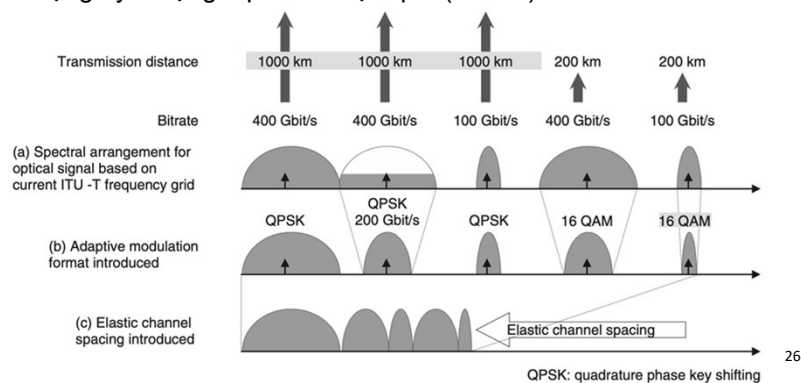
4-Các giải pháp tăng dung lượng

- Có thể tăng dung lượng truyền dẫn quang vượt quá 100Tb/s trên một sợi truyền dẫn?



4-Các giải pháp tăng dung lượng

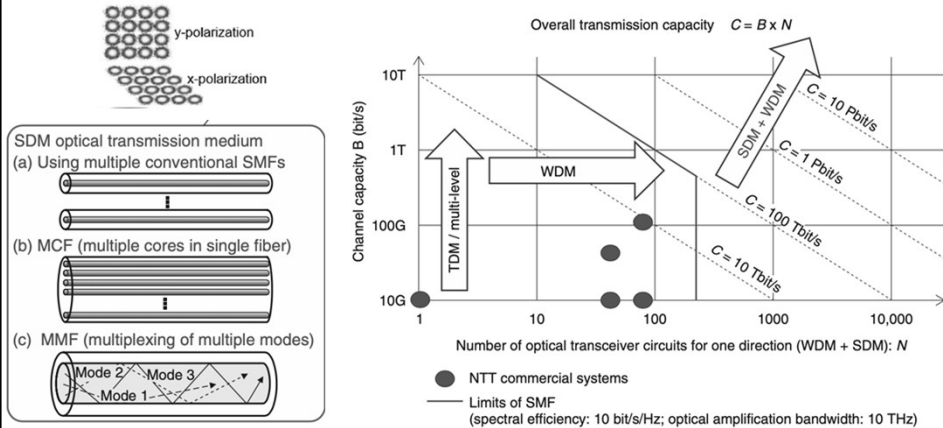
- Hiệu quả phổ (SE – Spectrum Efficiency):
 - Sử dụng các giải pháp điều chế đa mức/ mới
- Mở rộng dải phổ sử dụng:
 - Dải C \rightarrow C+L (gấp 2 lần) \rightarrow C+L+S+U/E (gấp 4 lần): giải pháp cho sợi và các phần tử quang trên hệ thống
- Sử dụng kỹ thuật ghép kênh hiệu quả (elastic):





4-Các giải pháp tăng dung lượng

- Sử dụng kỹ thuật ghép kênh phân chia theo không gian (SDM – Space Division Multiplexing)



28/01/2023

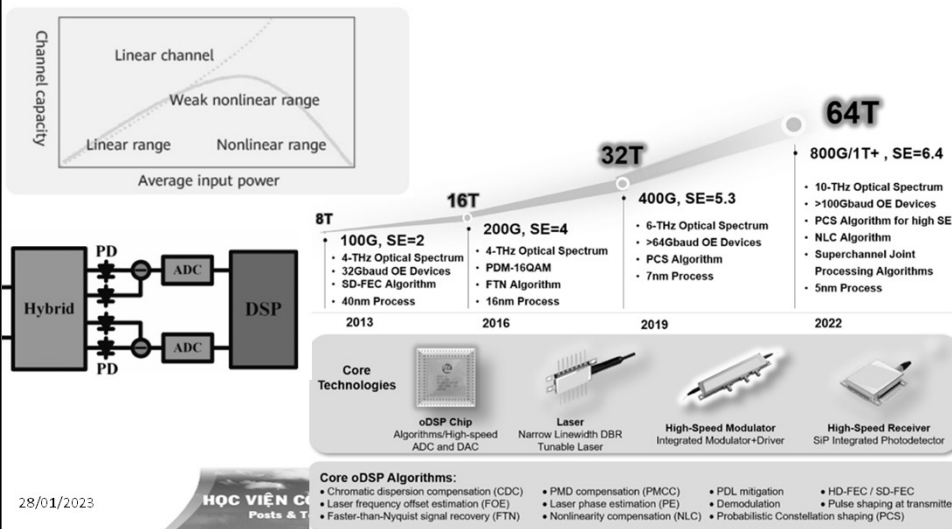
HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
Posts & Telecommunications Institute of Technology

27



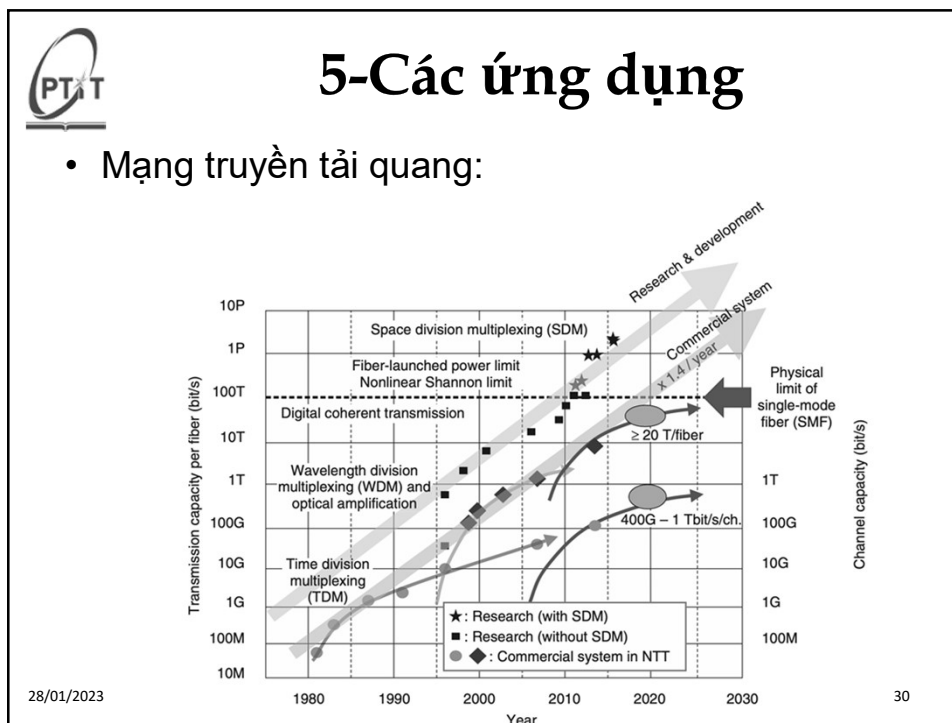
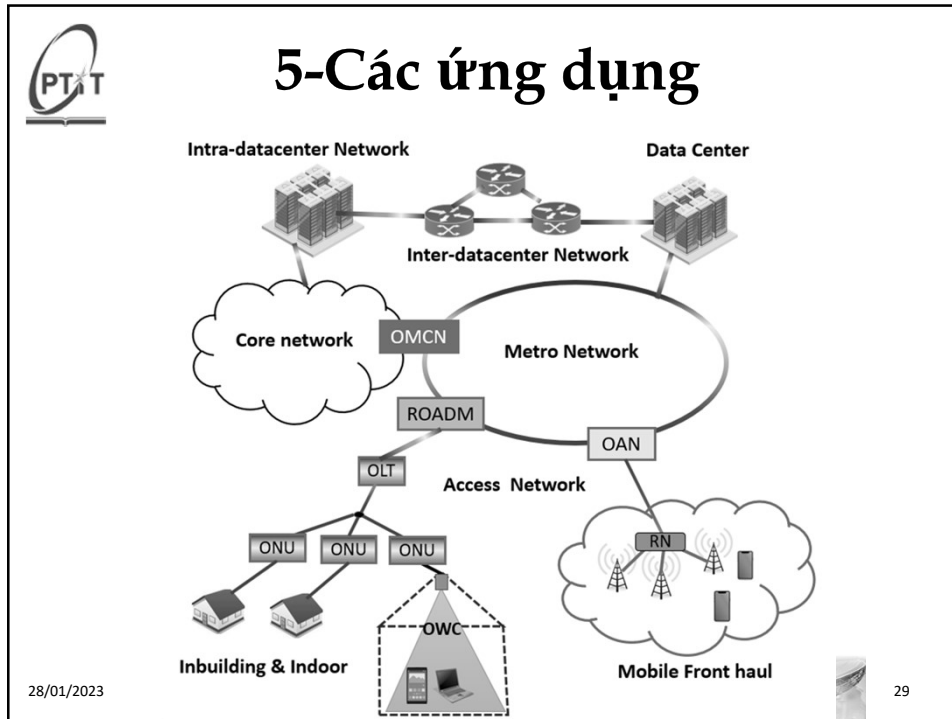
4-Các giải pháp tăng dung lượng

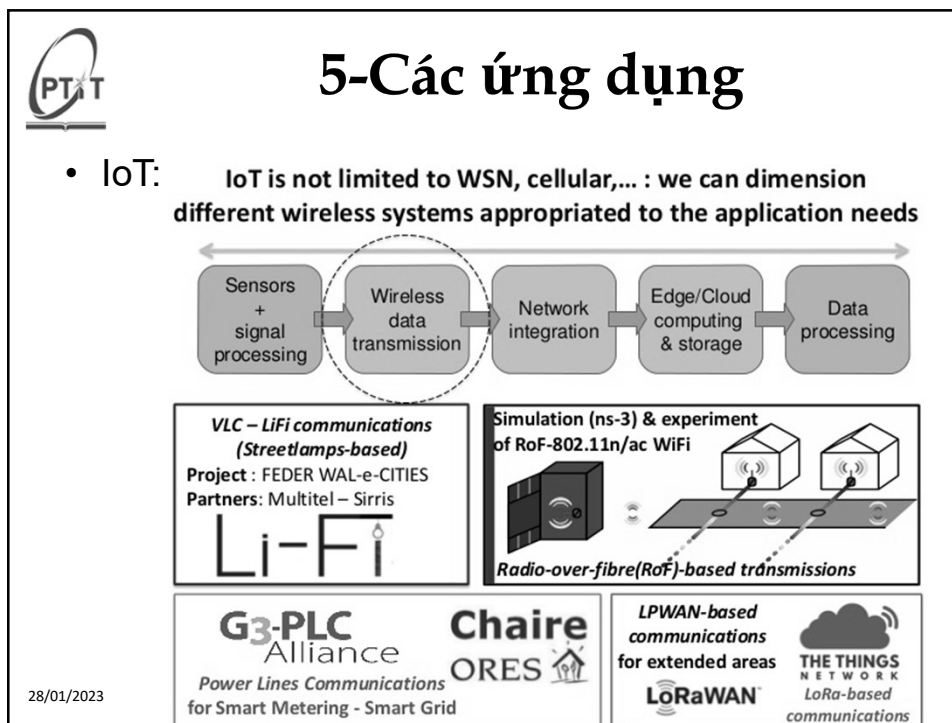
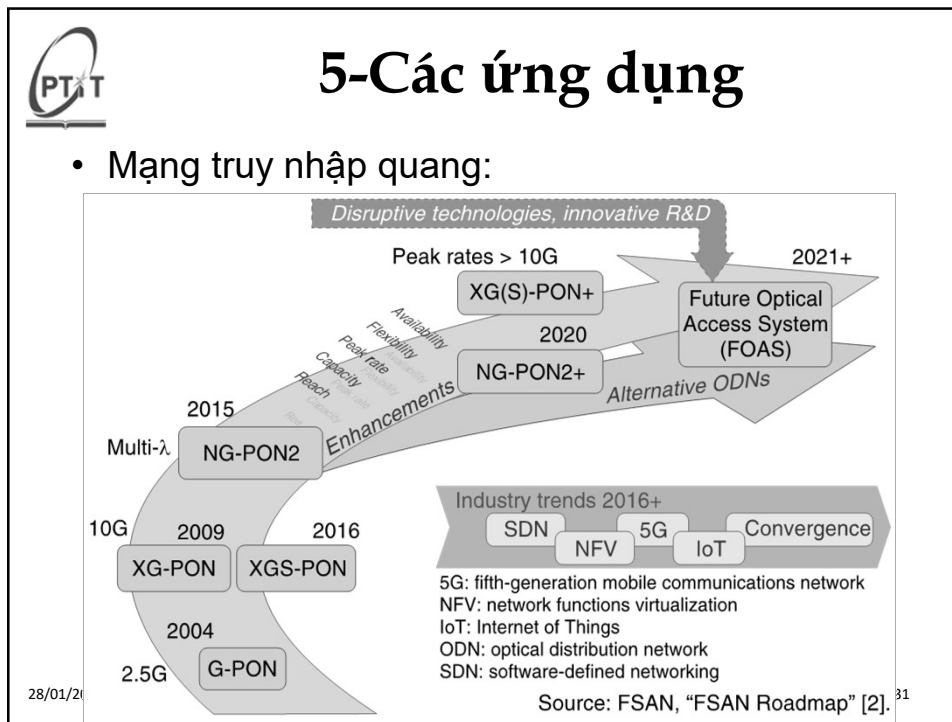
- Sử dụng các thuật toán DSP để vượt qua giới hạn Shannon của sợi



28/01/2023

HỌC VIỆN C
Posts & T







Câu hỏi/Bài tập chương 1

1- Hệ thống thông tin quang sợi có những ưu điểm cơ bản gì so với hệ thống cáp kim loại ?

2- Trong mô hình tổng quát hệ thống thông tin quang có những thành phần cơ bản nào và làm chức năng gì ?

3- Tính tần số ánh sáng và năng lượng photon tương ứng với bước sóng 1300nm. Cho biết hằng số Plank $h=6,625.10^{-34}$ J.s và vận tốc ánh sáng trong chân không $c=3.10^8$ m/s.

4- Tại sao trong kỹ thuật thông tin quang thường sử dụng đơn vị công suất là dBm. Hãy chuyển đổi công suất 0,25 mW thành đơn vị dBm ?

5- Thuyết trình nhóm: Tìm hiểu mạng quang quốc tế/ trong nước của các nhà mạng VNPT/ Viettel/FPT,CMC

33