

**ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG KINH TẾ KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

☎



ISO 9001 - 2008

**GIÁO TRÌNH
MÔN HỌC: THÔNG TIN QUANG
NGÀNH: CNKT ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP**

Thành phố Hồ Chí Minh, năm 2020

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG KINH TẾ KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH



GIÁO TRÌNH
MÔN HỌC: THÔNG TIN QUANG
NGÀNH: CNKT ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

THÔNG TIN CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI

Họ tên: Nguyễn Thanh Nhật Trường
Học vị: Kỹ sư kỹ thuật điện tử viễn thông
Đơn vị: Khoa Điện – Tự động hóa
Email: nguyenthannhattruong@hotec.edu.vn

TRƯỞNG KHOA

**TỔ TRƯỞNG
BỘ MÔN**

**CHỦ NHIỆM
ĐỀ TÀI**

**HIỆU TRƯỞNG
DUYỆT**

Thành phố Hồ Chí Minh, năm 2020

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Lĩnh vực Thông tin quang là một lĩnh vực quan trọng trong chuyên ngành đào tạo nghề ngành CNKT Điện tử - viễn thông. Trước thực trạng đó, tác giả đã thấy tầm quan trọng là phải có giáo trình Thông tin quang để phục vụ cho mục đích tham khảo, tài liệu học tập và nghiên cứu của học sinh sinh viên. Ngoài ra giáo trình Thông tin quang này được viết theo đề cương chi tiết của môn học Thông tin quang trong chương khung của Tổng cục giáo dục nghề nghiệp.

Lời đầu tiên cho tôi gửi lời cảm ơn đến ban lãnh đạo Khoa Điện – Tự động hóa, quý thầy cô trong tổ viễn thông và khoa đã tạo mọi điều kiện tốt nhất để tôi hoàn thành giáo trình này. Do thời gian hạn chế nên giáo trình không thể tránh khỏi sai sót, rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của quý thầy cô để giáo trình ngày càng hoàn thiện hơn.

Xin cảm ơn!

TPHCM, ngày 01 tháng 02 năm 2020

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: Nguyễn Thanh Nhật Trường

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ KỸ THUẬT THÔNG TIN QUANG	8
1.1. Lịch sử phát triển hệ thống thông tin quang	8
1.2. Giới thiệu hệ thống thông tin quang điển hình	10
1.2.1. Sơ đồ khối cơ bản hệ thống thông tin quang	10
1.2.2. Ưu nhược điểm của hệ thống thông tin quang	12
1.3. Ứng dụng và xu thế phát triển	13
1.3.1. Ứng dụng trong viễn thông	13
1.3.2. Ứng dụng trong dịch vụ tổng hợp	14
CHƯƠNG 2: SỢI QUANG	18
2.1. Một số vấn đề cơ bản về ánh sáng	18
2.1.1. Sóng điện từ	18
2.1.2. Quang hình	21
2.1.2.1. Chiết suất khúc xạ (Refractive index)	21
2.1.2.2. Phản xạ, khúc xạ, phản xạ toàn phần và định luật Snell	22
2.1.3. Lượng tử	24
2.2. Mô tả quang hình quá trình truyền ánh sáng trong sợi quang	25
2.2.1. Cấu tạo cơ bản sợi quang	25
2.2.2. Khẩu độ số NA (Numerical Aperture)	26
2.2.3. Phân loại sợi quang	28
2.2.3.1. Sự phân bố chiết suất trong sợi quang	28
2.2.3.2. Sợi chiết suất bậc SI (Step-Index)	28
2.2.3.3. Sợi chiết suất biến đổi GI (Graded-Index)	29
2.2.3.4. Sợi đa mode (Multi-Mode), sợi đơn mode (Single-Mode)	30
2.3. Các đặc tính truyền dẫn của sợi quang	33
2.3.1. Suy hao	33
2.3.1.1. Tổng quan	33
2.3.1.2. Suy hao do hấp thụ	34

2.3.1.3. Suy hao do tán xạ tuyến tính.....	35
2.3.1.4. Suy hao do uốn cong.....	37
2.3.1.5. Suy hao và dải thông.....	37
2.3.2. Tán sắc	38
2.3.2.1. Tổng quan	38
2.3.2.2. Tán sắc mode	39
2.3.2.3. Tán sắc vật liệu	41
2.3.2.4. Tán sắc ống dẫn sóng.....	43
2.3.2.5. Tán sắc phân cực mode.....	44
2.3.2.6. Mối quan hệ giữa tán sắc và dải thông.....	45
2.3.3. Các hiệu ứng phi tuyến	46
2.4. Một số loại sợi quang mới.....	48
2.5. Cáp sợi quang	54
2.5.1. Sản xuất sợi quang	54
2.5.1.1. Yêu cầu đối với sợi quang	54
2.5.1.2. Chế tạo sợi quang.....	54
2.5.1.3. Các biện pháp bảo vệ sợi quang.....	54
2.5.2. Cấu trúc cáp sợi quang.....	58
CHƯƠNG 3: BỘ PHÁT QUANG	71
3.1. NGUYÊN LÝ CHUNG VỀ BIẾN ĐỔI QUANG ĐIỆN.....	71
3.1.1. Mức năng lượng (Energy Level)	71
3.1.2. Các nguyên lý biến đổi quang điện.....	73
3.1.3. Vùng năng lượng (Energy Band).....	75
3.1.4. Nguồn quang bán dẫn (Semiconductor Light Source)	76
3.2. LED (Light Emitting Diode)	79
3.2.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động:	79
3.2.2. Đặc tính P-I của LED.....	80
3.2.3. Đặc tính phổ của LED.....	81
3.2.4. Cấu trúc của LED.....	83
3.3. LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)	85

3.3.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của Laser	85
3.3.2. Hốc cộng hưởng Fabry-Perot.....	86
3.3.3. Độ khuếch đại quang	87
3.3.4. Đặc tính phổ của Laser Fabry-Perot	89
3.3.5. Nhiễu trong Laser	90
3.4. Các đặc tính kỹ thuật của nguồn quang.....	91
3.4.1. Đặc tuyến P-I của nguồn quang.....	91
3.4.2. Góc phát quang	92
3.4.3. Hiệu suất ghép quang.....	94
3.4.4. Độ rộng phổ	95
3.4.5. Thời gian lên (rise time).....	95
3.4.6. Ảnh hưởng của nhiệt độ:.....	96
3.5. Các nguồn Laser bán dẫn đơn mode	98
3.5.1. Laser hồi tiếp phân bố DFB (Distributed Feedback Laser).....	98
3.5.2. Laser phản xạ Bragg phân bố DBR (Distributed Bragg Reflector Laser)....	99
3.5.3. Laser bán dẫn hốc cộng hưởng ghép (Coupled Cavity Semiconductor Laser)	99
3.6. Bộ phát quang.....	101
3.6.1. Sơ đồ khối bộ phát quang	101
3.6.2. Mạch phát điều biến cường độ trực tiếp	102
3.6.3. Bộ điều chế ngoài.....	105
CHƯƠNG 4: BỘ THU QUANG	109
4.1. Khái niệm cơ bản.....	109
4.1.1. Nguyên lý chung.....	109
4.1.2. Những thông số cơ bản của linh kiện tách sóng quang	111
4.1.2.1. Hiệu suất lượng tử (Quantum Efficiency)	111
4.1.2.2. Đáp ứng (Responsivity)	111
4.1.2.3. Độ nhạy (Sensitivity)	115
4.1.2.4. Dải động (Dynamic Range)	115
4.1.2.5. Nhiễu (Noise).....	116

4.1.3. Sơ đồ khối bộ thu quang	116
4.1.4. Độ đáp ứng phần tử chuyển đổi quang - điện.....	117
4.1.5. Thời gian đáp ứng phần tử chuyển đổi quang - điện	118
4.2. Các linh kiện biến đổi quang - điện bán dẫn (Photodiode)	119
4.2.1. Photodiode P-N.....	119
4.2.2. Photodiode PIN.....	120
4.2.3. Photodiode APD	123
4.3. Đặc tính kỹ thuật của Photodiode.....	125
4.3.1. Độ nhạy	125
4.3.2. Hiệu suất lượng tử.....	125
4.3.3. Đáp ứng.....	126
4.3.4. Dải động.....	126
4.3.5. Dòng tối	126
4.3.6. Độ ổn định.....	127
4.3.7. Điện áp phân cực.....	127
4.3.8. Tóm Tắt.....	127
4.4. Các bộ tiền khuếch đại	127
4.4.1. Bộ tiền khuếch đại trở kháng thấp	128
4.4.2. Bộ tiền khuếch đại trở kháng cao	128
4.4.3. Bộ tiền khuếch đại hồi tiếp	129
4.5. Nhiễu trong bộ thu quang	130
4.5.1. Nhiễu nũ.....	131
4.5.2. Nhiễu nhiệt.....	131
4.5.3. Tỷ số tín hiệu trên nhiễu	132
4.5.4. Công suất nhiễu tương đương.....	132
4.6. Các tham số trong bộ thu quang.....	133
4.6.1. Tỷ số lỗi bit.....	133
4.6.2. Mối quan hệ giữa BER và SNR.....	134
4.6.3. Độ nhạy của bộ thu	134
4.6.4. Mạch quyết định	136

CHƯƠNG 5: MỘT SỐ CÔNG NGHỆ MỚI TRONG THÔNG TIN QUANG	140
5.1. Mạng FTTx.....	142
5.1.1. Khái niệm.....	142
5.1.2. Phân loại FTTX.....	142
5.1.3. Ưu nhược điểm mạng FTTX	144
5.1.4. Ứng dụng của FTTX.....	146
5.2. Nguyên lý ghép kênh theo bước sóng quang (WDM)	146
5.2.1. Sơ đồ khối tổng quát	146
5.2.2. Đặc điểm của hệ thống.....	149
5.3. Mạng WDM.....	150
5.3.1. Một số thành phần chính trong mạng WDM	150
5.3.2. Vấn đề thiết kế kỹ thuật trong mạng WDM.....	154
5.4. AON và PON.....	155
5.4.1. Mạng AON.....	156
5.4.2. Mạng PON	157
5.4.3. Các chuẩn trong mạng PON	160
TÀI LIỆU THAM KHẢO	163
PHỤ LỤC BẢNG.....	164
PHỤ LỤC HÌNH	165

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: *Thông tin quang*

Mã môn học: *MH2102128*

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:

- Vị trí: Môn học chuyên ngành, Học kỳ 3
- Tính chất: Môn học bắt buộc
- Ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun: có ý nghĩa quan trọng trong việc đóng góp cho lý thuyết chuyên môn, một nền tảng không thể thiếu của lĩnh vực viễn thông.

Mục tiêu của môn học:

- Về kiến thức:
 - + Trình bày được cấu tạo và nguyên lý truyền ánh sáng trong sợi quang
 - + Trình bày được các thành phần trong mạng thông tin quang thực tế hiện nay
 - + Trình bày được cấu tạo - nguyên lý hoạt động của bộ thu phát quang, các thiết bị quang trong hệ thống thông tin quang
 - + Trình bày được các kỹ thuật ghép kênh trong thông tin quang
 - + Phân biệt được các loại và đầu nối sợi quang khác nhau
 - + Phân biệt được các loại cáp quang khác nhau
 - + Giải thích được các hiện tượng, các thông số ảnh hưởng đến việc truyền tín hiệu trong sợi quang
- Về kỹ năng:
 - + Tính toán được suy hao của sợi quang và các thông số đặc trưng của một hệ thống truyền dẫn quang
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - + Tích cực tham gia đầy đủ các buổi học
 - + Thái độ học tập nghiêm túc, làm bài tập về nhà đầy đủ
 - + Tham khảo thêm các tài liệu khác để hình thành tính tự học

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ KỸ THUẬT THÔNG TIN QUANG

GIỚI THIỆU

Kỹ thuật thông tin quang ngày càng sử dụng rộng rãi trong viễn thông, truyền số liệu, truyền hình cáp, ... Trong chương này chúng ta sẽ tìm hiểu sự ra đời và phát triển của thông tin quang, cấu trúc tổng quát của hệ thống thông tin quang, các ưu điểm và nhược điểm của cáp sợi quang, và các lĩnh vực ứng dụng công nghệ thông tin sợi quang.

1.1. Lịch sử phát triển hệ thống thông tin quang

Việc thông tin liên lạc bằng ánh sáng đã sớm xuất hiện trong sự phát triển loài người khi con người trước đó đã liên lạc với nhau bằng cách ra dấu (Hand signal). Liên lạc bằng cách ra dấu cũng là một dạng của thông tin quang: bởi vì không thể ra dấu trong bóng tối. Ban ngày, mặt trời là nguồn ánh sáng cho hệ thống này (hệ thống “Hand signal”). Thông tin được mang từ người gửi đến người nhận dựa vào sự bức xạ mặt trời. Mất là thiết bị thu thông điệp này, và bộ não xử lý thông điệp này. Thông tin truyền theo kiểu này rất chậm, khoảng cách lan truyền có giới hạn, và lỗi rất lớn. Một hệ thống quang sau đó, có thể có đường truyền dài hơn, là tín hiệu khói (Smoke signal). Thông điệp được gửi đi bằng cách thay đổi dạng khói phát ra từ lửa. Mẫu khói này một lần nữa được mang đến phía thu bằng ánh sáng mặt trời. Hệ thống này đòi hỏi một phương pháp mã hóa phải được đặt ra, mà người gửi và người thu thông điệp phải được học nó. Điều này có thể có thể so sánh với hệ thống mã xung (pulse codes) sử dụng trong hệ thống số (digital system) hiện đại.

Trải qua một thời gian dài từ khi con người sử dụng ánh sáng mặt trời và lửa để làm thông tin liên lạc đến nay lịch sử của thông tin quang đã qua những bước phát triển và hoàn thiện có thể tóm tắt bằng những mốc chính sau đây:

- Năm 1775: Paul Revere đã sử dụng ánh sáng để báo hiệu quân đội Anh từ Boston sắp kéo tới.
- Năm 1790: Claude Chappe, kỹ sư người Pháp, đã xây dựng một hệ thống điện báo quang (optical telegraph). Hệ thống này gồm một chuỗi các tháp với các đèn báo hiệu trên đó. Thời đó tin tức được truyền với tín hiệu này vượt chặng đường 200 Km trong vòng 15 phút.
- Năm 1854: John Tyndall, nhà vật lý tự nhiên người Anh, đã thực hiện thành công một thí nghiệm đáng chú ý nhất là ánh sáng có thể truyền qua một môi trường điện môi trong

Chương 1: Tổng quan về kỹ thuật thông tin quang

suốt.

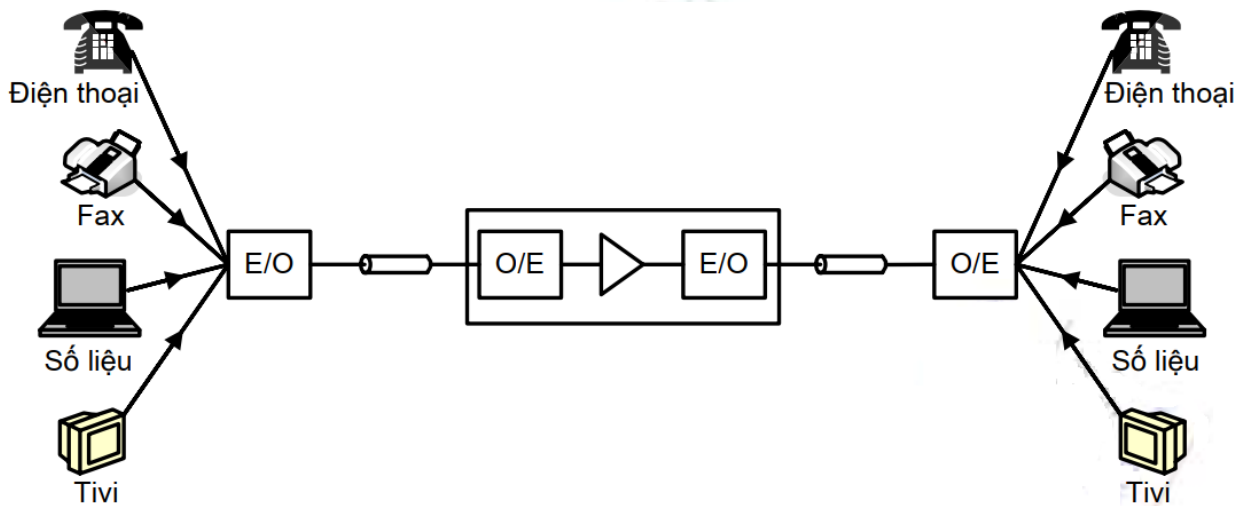
- Năm 1870: cũng John Tyndall đã chứng minh được rằng ánh sáng có thể dẫn được theo một vòi nước uốn cong dựa vào nguyên lý phản xạ toàn phần.
- Năm 1880: Alexander Graham Bell, người Mỹ, đã phát minh ra một hệ thống thông tin ánh sáng, đó là hệ thống photophone. Ông ta đã sử dụng ánh sáng mặt trời từ một gương phẳng mỏng đã điều chế tiếng nói để mang tiếng nói đi. Ở máy thu, ánh sáng mặt trời đã được điều chế đập vào tế bào quang dẫn, selen, nó sẽ biến đổi thông điệp thành dòng điện. Bộ thu máy điện thoại hoàn tất hệ thống này. Hệ thống photophone chưa bao giờ đạt được thành công trên thương mại, mặc dù nó đã làm việc tốt hơn, do nguồn nhiễu quá lớn làm giảm chất lượng đường truyền.
- Năm 1934: Norman R. French, kỹ sư người Mỹ, nhận được bằng sáng chế về hệ thống thông tin quang. Phương tiện truyền dẫn của ông là thanh thủy tinh.
- Vào những năm 1950: Brian O'Brien, Harry Hopkins và Nariorger Kapany đã phát triển sợi quang có hai lớp, bao gồm lớp lõi (Core) bên trong (ánh sáng lan truyền trong lớp này) và lớp bọc (Cladding) bao xung quanh bên ngoài lớp lõi, nhằm nhốt ánh sáng ở lõi. Sợi này sau đó được các nhà khoa học trên phát triển thành Fibrescope uốn cong (một loại kính soi bằng sợi quang), một thiết bị có khả năng truyền một hình ảnh từ đầu sợi đến cuối sợi. Tính uốn cong của fiberscope cho phép ta quan sát một vùng mà ta không thể xem một cách bình thường được. Đến nay, hệ thống fiberscope vẫn còn được sử dụng rộng rãi, đặc biệt trong ngành y dùng để soi bên trong cơ thể con người.
- Vào năm 1958: Charles H. Townes đã phát minh ra con Laser cho phép tăng cường và tập trung nguồn sáng để ghép vào sợi.
- Năm 1960: Theodor H. Maiman đưa laser vào hoạt động thành công, làm tăng dung lượng hệ thống thông tin quang rất cao.
- Năm 1966: Charles K. Kao và George Hockham thuộc phòng thí nghiệm Standard Telecommunication của Anh thực hiện nhiều thí nghiệm để chứng minh rằng nếu thủy tinh được chế tạo trong suốt hơn bằng cách giảm tạp chất trong thủy tinh thì sự suy hao ánh sáng sẽ được giảm tối thiểu. Và họ cho rằng nếu sợi quang được chế tạo đủ tinh khiết thì ánh sáng có thể truyền đi xa nhiều Km.
- Năm 1967: suy hao sợi quang được báo cáo là $\alpha \approx 1000$ dB/Km.
- Năm 1970: hãng Corning Glass Works đã chế tạo thành công sợi SI có suy hao $\alpha < 20$ dB/Km ở bước sóng $\lambda = 633$ nm.

Chương 1: Tổng quan về kỹ thuật thông tin quang

- Năm 1972: loại sợi GI được chế tạo với suy hao $\alpha \approx 4$ dB/Km.
- Năm 1983: sợi SM (Single Mode) được sản xuất ở Mỹ.
- Năm 1988: Công ty NEC thiết lập một mạng đường dài mới có tốc độ 10 Gbit/s trên chiều dài 80,1 Km dùng sợi dịch tán sắc và Laser hồi tiếp phân bố.
- Hiện nay, sợi quang có suy hao $\alpha \leq 0,2$ dB/Km ở bước sóng 1550 nm, và có những loại sợi đặc biệt có suy hao thấp hơn giá trị này rất nhiều.

1.2. Giới thiệu hệ thống thông tin quang điển hình

1.2.1. Sơ đồ khối cơ bản hệ thống thông tin quang

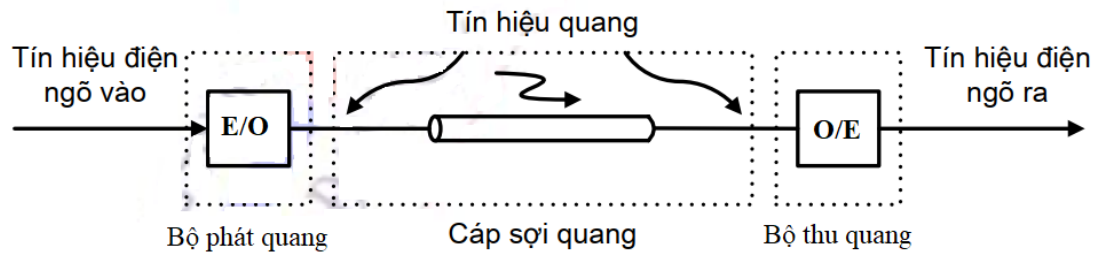


Hình 1.1. Cấu hình của một hệ thống thông tin quang

Hình 1.1 biểu thị cấu hình cơ bản của một hệ thống thông tin quang. Nói chung, tín hiệu điện từ máy điện thoại, từ các thiết bị đầu cuối, số liệu hoặc Fax được đưa đến bộ E/O để chuyển thành tín hiệu quang, sau đó gửi vào cáp quang. Khi truyền qua sợi quang, công suất tín hiệu (ánh sáng) bị suy yếu dần và dạng sóng bị rộng ra. Khi truyền tới đầu bên kia sợi quang, tín hiệu này được đưa vào bộ O/E để tạo lại tín hiệu điện, khôi phục lại nguyên dạng như ban đầu mà máy điện thoại, số liệu và Fax đã gửi đi. Như vậy, cấu trúc cơ bản của một hệ thống thông tin quang có thể được mô tả đơn giản như hình 1.2, gồm:

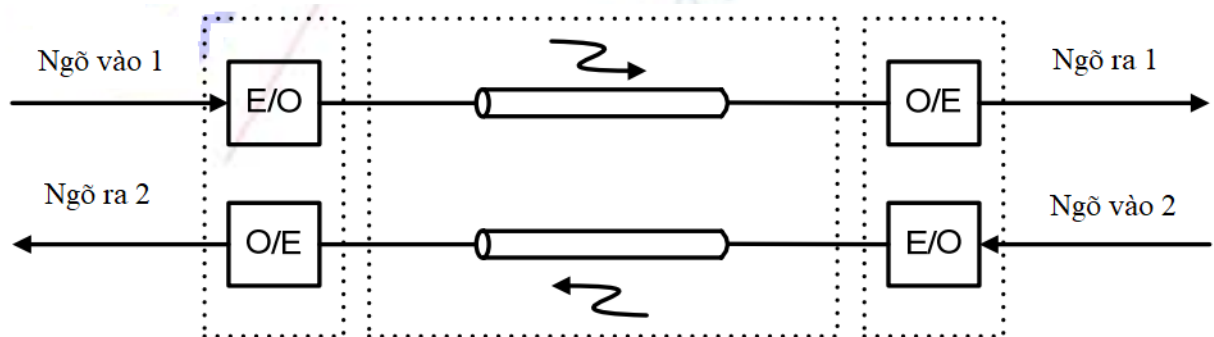
- Bộ phát quang.
- Bộ thu quang.
- Môi trường truyền dẫn là cáp sợi quang.

Chương 1: Tổng quan về kỹ thuật thông tin quang



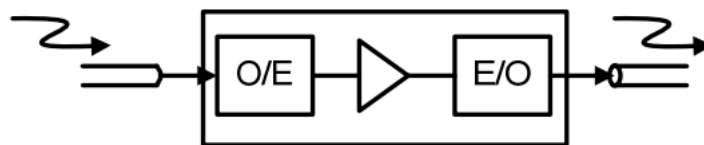
Hình 1.2. Cấu trúc cơ bản của một hệ thống thông tin quang

Trên hình 1.2 chỉ mới minh họa tuyến truyền dẫn quang liên lạc theo một hướng. Hình 1.3 minh họa tuyến truyền dẫn quang liên lạc theo hai hướng.



Hình 1.3. Minh họa tuyến truyền dẫn quang theo hai hướng

Như vậy, để thực hiện truyền dẫn giữa hai điểm cần có hai sợi quang. Nếu cự ly thông tin quá dài thì trên tuyến có thể có một hoặc nhiều trạm lặp (Repeater). Cấu trúc đơn giản của một trạm lặp (cho một hướng truyền dẫn) được minh họa ở hình 1.4.



Hình 1.4. Cấu trúc đơn giản của một trạm lặp quang

- Khối E/O: bộ phát quang có nhiệm vụ nhận tín hiệu điện đưa đến, biến tín hiệu điện đó thành tín hiệu quang, và đưa tín hiệu quang này lên đường truyền (sợi quang). Đó là chức năng chính của khối E/O ở bộ phát quang. Thường người ta gọi khối E/O là nguồn quang. Hiện nay linh kiện được sử dụng làm nguồn quang là LED và LASER.
- Khối O/E: khi tín hiệu quang truyền đến đầu thu, tín hiệu quang này sẽ được thu nhận và biến trở lại thành tín hiệu điện như ở đầu phát. Đó là chức năng của khối O/E ở bộ thu

quang. Các linh kiện hiện nay được sử dụng để làm chức năng này là PIN và APD, và chúng thường được gọi là linh kiện tách sóng quang (photo-detector).

- Trạm lặp: khi truyền trên sợi quang, công suất tín hiệu quang bị suy yếu dần (do sợi quang có độ suy hao). Nếu cự ly thông tin quá dài thì tín hiệu quang này có thể không đến được đầu thu hoặc đến đầu thu với công suất còn rất thấp đầu thu không nhận biết được, lúc này ta phải sử dụng trạm lặp (hay còn gọi là trạm tiếp vận). Chức năng chính của trạm lặp là thu nhận tín hiệu quang đã suy yếu, tái tạo chúng trở lại thành tín hiệu điện. Sau đó sửa dạng tín hiệu điện này, khuếch đại tín hiệu đã sửa dạng, chuyển đổi tín hiệu đã khuếch đại thành tín hiệu quang. Và cuối cùng đưa tín hiệu quang này lên đường truyền để truyền tiếp đến đầu thu. Như vậy, tín hiệu ở ngõ vào và ngõ ra của trạm lặp đều ở dạng quang, và trong trạm lặp có cả khối O/E và E/O.

1.2.2. Ưu nhược điểm của hệ thống thông tin quang

a) Ưu điểm

- Suy hao thấp. Suy hao thấp cho phép khoảng cách lan truyền dài hơn. Nếu so sánh với cáp đồng trong một mạng, khoảng cách lớn nhất đối với cáp đồng được khuyến cáo là 100 m, thì đối với cáp quang khoảng cách đó là 2000 m. Một nhược điểm cơ bản của cáp đồng là suy hao tăng theo tần số của tín hiệu. Điều này có nghĩa là tốc độ dữ liệu cao dẫn đến tăng suy hao công suất và giảm khoảng cách lan truyền thực tế. Đối với cáp quang thì suy hao không thay đổi theo tần số của tín hiệu.
- Dải thông rộng. Sợi quang có băng thông rộng cho phép thiết lập hệ thống truyền dẫn số tốc độ cao. Hiện nay, băng tần của sợi quang có thể lên đến hàng THz.
- Trọng lượng nhẹ. Trọng lượng của cáp quang nhỏ hơn so với cáp đồng. Một cáp quang có 2 sợi quang nhẹ hơn 20% đến 50% cáp Category 5 có 4 đôi. Cáp quang có trọng lượng nhẹ hơn nên cho phép lắp đặt dễ dàng hơn.
- Kích thước nhỏ. Cáp sợi quang có kích thước nhỏ sẽ dễ dàng cho việc thiết kế mạng chặt chẽ về không gian lắp đặt cáp.
- Không bị can nhiễu sóng điện từ và điện công nghiệp.
- Tính an toàn. Vì sợi quang là một chất điện môi nên nó không dẫn điện.
- Tính bảo mật. Sợi quang rất khó trích tín hiệu. Vì nó không bức xạ năng lượng điện từ nên không thể bị trích để lấy trộm thông tin bằng các phương tiện điện thông thường như sự dẫn điện bề mặt hay cảm ứng điện từ, và rất khó trích lấy thông tin ở dạng tín hiệu

Chương 1: Tổng quan về kỹ thuật thông tin quang

quang.

- Tính linh hoạt. Các hệ thống thông tin quang đều khả dụng cho hầu hết các dạng thông tin số liệu, thoại và video.

Bảng 1.1. So sánh giữa cáp quang và cáp đồng

Đặc tính	Cáp đồng	Cáp quang	
		Sợi đa mode	Sợi đơn mode
Dải thông	100 MHz	1 GHz	> 100 GHz
Cự ly truyền dẫn	100 m	2000 m	40.000 m
Xuyên kênh	Có		Không
Trọng lượng	Nặng hơn		Nhẹ hơn
Kích thước	Lớn hơn		Nhỏ hơn

b) Nhược điểm

- Vấn đề biến đổi Điện - Quang. Trước khi đưa một tín hiệu thông tin điện vào sợi quang, tín hiệu điện đó phải được biến đổi thành sóng ánh sáng.

- Dòn, dễ gãy. Sợi quang sử dụng trong viễn thông được chế tạo từ thủy tinh nên dòn và dễ gãy. Hơn nữa kích thước sợi nhỏ nên việc hàn nối gặp nhiều khó khăn. Muốn hàn nối cần có thiết bị chuyên dụng.

- Vấn đề sửa chữa. Các quy trình sửa chữa đòi hỏi phải có một nhóm kỹ thuật viên có kỹ năng tốt cùng các thiết bị thích hợp.

- Vấn đề an toàn lao động. Khi hàn nối sợi quang cần để các mảnh cắt vào lọ kín để tránh đâm vào tay, vì không có phương tiện nào có thể phát hiện mảnh thủy tinh trong cơ thể. Ngoài ra, không được nhìn trực diện đầu sợi quang hay các khớp nối để hở phòng ngừa có ánh sáng truyền trong sợi chiếu trực tiếp vào mắt. Ánh sáng sử dụng trong hệ thống thông tin quang là ánh sáng hồng ngoại, mắt người không cảm nhận được nên không thể điều tiết khi có nguồn năng lượng này, và sẽ gây nguy hại cho mắt.

1.3. Ứng dụng và xu thế phát triển

1.3.1. Ứng dụng trong viễn thông

- Mạng đường trục quốc gia.

- Đường trung kế.

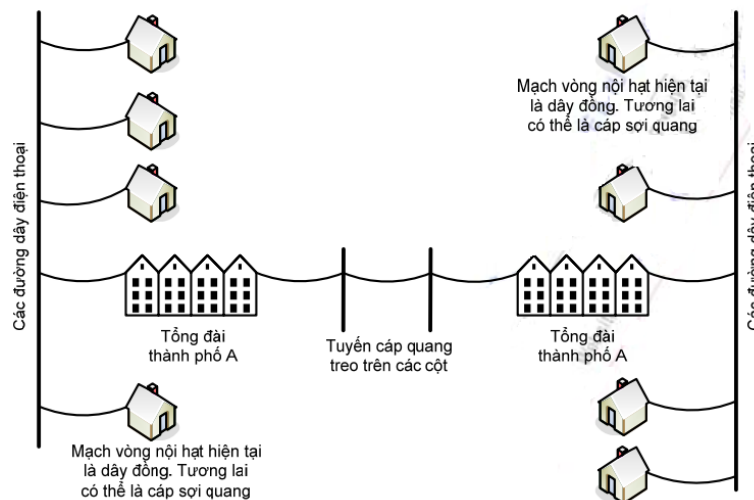
- Đường cáp thả biển liên quốc gia.

1.3.2. Ứng dụng trong dịch vụ tổng hợp

- Truyền số liệu.
- Truyền hình cáp.

Dưới đây minh họa một vài ứng dụng sử dụng cáp sợi quang.

Cáp sợi quang hiện nay được sử dụng cho rất nhiều ứng dụng khác nhau. Chẳng hạn, nhiều công ty điện thoại đang sử dụng các tuyến cáp quang để truyền thông giữa các tổng đài, qua các thành phố, qua các nước khác nhau và qua những tuyến dài trên biển (xem hình 1.5). Hiện nay ở một số nước đã có kế hoạch mở rộng cáp quang đến các hộ gia đình để cung cấp các dịch vụ videophone chất lượng cao.



Hình 1.5. Kết nối các tổng đài bằng cáp quang

Các công ty truyền hình cáp đang triển khai các đường cáp quang để truyền tải những tín hiệu chất lượng cao từ trung tâm đến các vị trí trung chuyển phân bố xung quanh các thành phố. Sợi quang nâng cao được chất lượng của các tín hiệu truyền hình và làm tăng số kênh khả dụng. Trong tương lai cáp quang có thể nối trực tiếp đến các hộ gia đình cung cấp nhiều dịch vụ mới cho người sử dụng. Những dịch vụ dựa trên cáp quang như truyền hình tương tác, giao dịch ngân hàng tại gia, hay làm việc từ một hệ thống văn phòng tại gia đã được đưa vào kế hoạch sử dụng trong tương lai.

Sợi quang là phương tiện lý tưởng cho truyền số liệu tốc độ cao. Tín hiệu không bị méo bởi nhiễu từ môi trường xung quanh. Tính cách điện của sợi quang tạo ra một giao tiếp an toàn giữa các máy tính, các thiết bị đầu cuối, và các trạm làm việc. Rất nhiều trung

tâm máy tính đang sử dụng cáp sợi quang để cung cấp các đường truyền số liệu tốc độ cao ở các mạng LAN.

TÓM TẮT

Với đặc tính suy hao thấp, băng thông rộng, kích thước nhỏ, nhẹ, không bị can nhiễu sóng điện từ và điện công nghiệp làm cho sợi quang được sử dụng trong nhiều lĩnh vực như lĩnh vực viễn thông: viễn thông đường dài, viễn thông quốc tế sử dụng cáp quang vượt đại dương, mạng trung kế, mạng nội hạt thuê bao; lĩnh vực công nghiệp: đường truyền tín hiệu điều khiển tự động trong hệ thống tự động, công nghiệp dệt; lĩnh vực y học; lĩnh vực quân sự. Sợi quang chỉ có thể truyền tín hiệu dưới dạng ánh sáng nên các nguồn tín hiệu điện được chuyển thành ánh sáng bằng cách sử dụng LED hoặc LASER. Quá trình này được xử lý và diễn ra ở đầu phát, và được gọi là bộ phát quang. Tín hiệu quang này được ghép vào sợi và truyền đến bộ thu quang. Sau khi đến đầu thu, các tín hiệu này được chuyển trở lại thành tín hiệu điện thông qua linh kiện PIN hoặc APD. Mặc dù sợi quang có suy hao thấp nhưng tín hiệu vẫn bị suy yếu, do đó đôi lúc trên hệ thống cũng cần bộ lặp quang, còn gọi trạm tiếp vận. Với tiềm năng về băng thông nên hệ thống truyền dẫn sợi quang đã và đang phát triển trong hệ thống truyền dẫn số đường dài, tốc độ cao từ hàng trăm Mega bit/s đến hàng Tera bit/s nhờ sử dụng công nghệ ghép kênh theo bước sóng quang WDM.

CÂU HỎI ÔN TẬP VÀ BÀI TẬP

- 1.1. Trình bày cấu trúc tổng quát của một hệ thống thông tin quang.
- 1.2. Mô tả chức năng các thành phần trên hệ thống thông tin quang.
- 1.3. Nêu các ưu điểm của sợi quang.
- 1.4. Nêu các nhược điểm của sợi quang.
- 1.5. Trình bày các ứng dụng của thông tin bằng sợi quang.

CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

- 1.6. Cấu trúc cơ bản của một hệ thống thông tin quang bao gồm:
 - a. Máy phát, máy thu và môi trường truyền dẫn.
 - b. Máy phát quang, máy thu quang và cáp đồng trục.
 - c. Máy phát quang, máy thu quang và cáp sợi quang.
 - d. Tất cả đều đúng

1.7. Tín hiệu truyền trên sợi quang là:

- a. Dòng điện
- b. Điện áp
- c. Ánh sáng
- d. Sóng âm

1.8. Linh kiện tách sóng quang có nhiệm vụ:

- a. Khuếch đại ánh sáng
- b. Biến đổi tín hiệu quang thành tín hiệu điện
- c. Biến đổi tín hiệu điện thành tín hiệu quang
- d. Sửa dạng tín hiệu quang

1.9. Nguồn quang có nhiệm vụ:

- a. Biến đổi tín hiệu điện sang tín hiệu quang
- b. Biến đổi tín hiệu quang sang tín hiệu điện
- c. Khuếch đại ánh sáng
- d. Sửa dạng tín hiệu quang

1.10. Một tuyến truyền dẫn quang cần sử dụng ít nhất mấy sợi quang?

- a. 1 sợi quang
- b. 2 sợi quang
- c. 3 sợi quang
- d. 4 sợi quang

1.11. Sợi quang có ưu điểm gì?

- a. Dễ gãy
- b. Bị nhiễu điện từ
- c. Băng thông hẹp
- d. Băng thông cao

1.12. Bộ E/O có chức năng gì?

- a. Chuyển đổi tín hiệu điện thành ánh sáng
- b. Chuyển đổi ánh sáng thành tín hiệu điện
- c. Khuếch đại ánh sáng
- d. Chia tín hiệu ánh sáng

1.13. Bộ O/E có chức năng gì?

- a. Chuyển đổi tín hiệu điện thành ánh sáng
- b. Chuyển đổi ánh sáng thành tín hiệu điện
- c. Khuếch đại ánh sáng
- d. Chia tín hiệu ánh sáng

Tailieu.vn