

**ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT HỌC PHẦN  
KỸ THUẬT THÔNG TIN QUANG**

**Ngành đào tạo: Công nghệ Kỹ thuật điện tử, truyền thông**

**Hệ đào tạo: Đại học**

**1. Tên học phần: Kỹ thuật thông tin quang**

**2. Số tín chỉ: 3**

**3. Trình độ: Cho sinh viên đại học**

**4. Phân bổ thời gian:**

- **Lên lớp: 45 tiết ( 4 tiết / tuần )**

- **Tự học: 135 giờ**

**5. Điều kiện tiên quyết: ET204 (Vật liệu và linh kiện điện tử)**

**6. Mục tiêu của học phần:**

**6.1. Về kiến thức**

- Cung cấp cho sinh viên kiến thức tổng quan về kỹ thuật thông tin quang, về hệ thống thông tin quang, các phần tử cơ bản cấu thành hệ thống thông tin quang; một số vấn đề trong thiết kế hệ thống thông tin quang và các kiến thức về một số công nghệ quang tiên tiến, như công nghệ truyền tải WDM, truyền tải IP/WDM, chuyển mạch quang, khuếch đại quang, hệ thống thông tin quang Coherent, hệ thống thông tin quang Soliton và truyền tín hiệu vô tuyến trong sợi quang (RoF).
- Sinh viên có khả năng phân tích, xây dựng được những tính năng kỹ thuật hệ thống kỹ thuật thông tin quang.
- Sinh viên nắm được phương pháp đo kiểm, quy hoạch thiết kế hệ thống thông tin quang.

**6.2. Về kỹ năng**

Hình thành trong sinh viên một số kỹ năng cơ bản cho sinh viên:

- Kỹ năng phân tích và thiết kế hệ thống thông tin quang, các sự cố trong triển khai và vận hành hệ thống thông tin quang.
- Kỹ năng tư duy tầm nhìn, hoạch định chính sách công nghệ.
- Kỹ năng tự học, kỹ năng làm việc theo nhóm
- Kỹ năng trình bày và giải quyết các vấn đề kỹ thuật.

**6.3. Về thái độ**

- Góp phần hình thành trách nhiệm đóng góp cộng đồng.
- Góp phần hình thành thế giới quan khoa học

- Biết nhận xét đánh giá các hiện tượng, sự cố xảy ra trong hệ thống thông tin quang.
- Hình thành tư duy phản biện, năng lực tự học, tự nghiên cứu khoa học công nghệ.

#### **6.4. Về phát triển năng lực:**

- Năng lực 1: Có khả năng tham gia thiết kế, triển khai tuyến cáp quang
- Năng lực 2: Có khả năng lắp đặt thiết bị đầu cuối và khắc phục sự cố của tuyến truyền dẫn quang.
- Năng lực 2: Phát triển năng lực hoạt động theo nhóm.

#### **7. Mô tả các nội dung học phần:**

Học phần gồm các nội dung chính

1. Tổng quan về kỹ thuật thông tin quang
  - Lịch sử phát triển hệ thống thông tin quang
  - Mô hình chung của hệ thống thông tin quang
  - Tổng quan các công nghệ trong kỹ thuật thông tin quang
2. Các phần tử cơ bản trong kỹ thuật thông tin quang
  - Các phần tử biến đổi điện-quang (Laser, LED)
  - Sợi quang
  - Các phần tử biến đổi quang-điện (PIN, APD)
3. Hệ thống thông tin quang
  - Mô hình hệ thống, các phần tử
  - Mô hình hệ thống thông tin quang đơn kênh
  - Hệ thống truyền dẫn đa kênh
  - Một số vấn đề trong thiết kế hệ thống TTQ
4. Một số công nghệ quang tiên tiến
  - Công nghệ truyền tải WDM
  - Truyền tải IP/WDM
  - Chuyển mạch quang
  - Khuếch đại quang
  - Mạng truy nhập quang FTTx
  - Hệ thống thông tin quang Coherent
  - Hệ thống thông tin quang Soliton
  - Truyền tín hiệu vô tuyến trong sợi quang (RoF)

#### **8. Nhiệm vụ của sinh viên**

- Dự lớp: Sinh viên phải tham gia tối thiểu 80% số tiết học trên lớp .
- Có đầy đủ điểm thường xuyên, điểm đánh giá nhận thức và thái độ tham gia thảo luận, làm bài tập ở nhà theo yêu cầu của giảng viên.
- Có đủ bài kiểm tra định kỳ
- Tham gia dự kỳ thi kết thúc học phần

- Nghiên cứu tài liệu trước khi lên lớp.
- Dụng cụ học tập: Giáo trình và các tài liệu học tập khác do giảng viên yêu cầu.

## 9. Tài liệu học tập

### - Giáo trình chính:

- [1] Vũ Văn San. Hệ thống Thông Tin Quang, tập 1, 2. Nhà xuất bản Bưu Điện, 2008.
- [2] Cao Hồng Sơn. Công nghệ IP trên WDM . Nhà xuất bản Bưu Điện, 8-2005.
- [3] Hoàng Văn Võ. Công nghệ và mạng quang thế hệ sau. Nhà xuất bản Bưu Điện, 2008

### - Tài liệu tham khảo:

- [4] G. Keiser, "Optical Fiber Communications" . Third edition, McGraw-Hill, 2001.
- [5] G. P. Agrawal. Fiber-Optic Communication Systems. Fourth edition, John Wiley & Sons, 2010.
- [6] Kevin H. Liu, IP over WDM, John Wiley & Sons, Inc, 2002.

## 10. Tiêu chuẩn đánh giá sinh viên

### 10.1. Tiêu chí đánh giá:

STT	Điểm thành phần	Quy định	Trọng số	Ghi chú
1	Điểm thường xuyên, đánh giá nhận thức, thái độ thảo luận, chuyên cần, làm bài tập ở nhà.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Số tiết dự học/Tổng số tiết.</li> <li>- Số bài tập đã làm/tổng số bài tập được giao.</li> </ul>	10%	
2	Điểm kiểm tra định kỳ	- Bài kiểm tra trên lớp	20%	
3	Thi kết thúc học phần	- Thi viết (90 phút)	70%	

### 10.2. Cách tính điểm:

- Sinh viên không tham gia đủ 80% số tiết học trên lớp không được thi lần đầu. - Điểm thành phần để điểm lẻ đến một chữ số thập phân.
- Điểm kết thúc học phần làm tròn đến phần nguyên.

## 11. Thang điểm: 10

### 12. Nội dung chi tiết học phần:

Tuần	Nội dung	Lý thuyết (tiết)	Tài liệu đọc trước	Nhiệm vụ của sinh viên
1	<p><b>Chương 1. Tổng quan về kỹ thuật thông tin quang</b></p> <p>1.1. Lịch sử phát triển kỹ thuật thông tin quang</p> <p>1.1.1. Thông tin quang của người cổ xưa</p>	3	Đọc trước tài liệu [1], [4,5]	Nội dung bài học trong bài giảng và giáo trình

	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Về mô hình hệ thống của người cổ xưa</li> <li>+ Một số hệ thống thông tin quang của người cổ xưa</li> </ul> <p>1.1.2. Lịch sử phát triển kỹ thuật thông tin quang hiện đại</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Các hướng nghiên cứu và phát triển</li> <li>+ Các thể hệ truyền dẫn quang trong lịch sử phát triển</li> </ul> <p>1.1.3. Một số hệ thống thông tin quang trên thế giới</p> <p>1.2. Mô hình chung của hệ thống thông tin quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Sơ đồ khối cơ bản của hệ thống thông tin quang</li> <li>+ Các thành phần cơ bản của hệ thống thông tin quang</li> <li>+ Ưu nhược điểm của hệ thống thông tin quang</li> </ul> <p>1.3. Một số vấn đề vật lý cơ bản trong kỹ thuật thông tin quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Một số vấn đề cơ bản về ánh sáng</li> <li>+ Một số vấn đề cơ bản trong vật lý bán dẫn</li> <li>+ Các hiệu ứng cơ bản của vật liệu quang</li> </ul>			
2	<p><b>Chương 1. Tổng quan về kỹ thuật thông tin quang</b></p> <p>1.4. Tổng quan các công nghệ trong kỹ thuật thông tin quang</p> <p>1.4.1. Công nghệ truyền dẫn quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Hệ thống thông tin quang đơn kênh</li> <li>+ Hệ thống thông tin quang đa kênh</li> <li>+ Truyền tải IP trên quang</li> </ul> <p>1.4.2. Công nghệ quản lý và điều khiển</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Công nghệ ASON</li> <li>+ Công nghệ GMPLS</li> </ul> <p>1.4.3. Công nghệ chuyển mạch quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tổng quan về chuyển mạch quang</li> </ul>	3	<p>Đọc trước tài liệu [1], [4,5]</p>	<p>Nội dung bài học trong bài giảng và giáo trình</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Chuyển mạch kênh quang</li> <li>+ Chuyển mạch chum quang</li> <li>+ Chuyển mạch gói quang</li> </ul>			
3	<p><b>Chương 2. Các phần tử cơ bản trong kỹ thuật thông tin quang</b></p> <p>2.1. Các phần tử biến đổi điện-quang (LED, Laser)</p> <p>2.1.1. Mô hình và chức năng của bộ phát quang</p> <p>2.1.2. Một số yêu cầu đối với các phần tử phát quang</p> <p>2.1.3. Một số khái niệm cơ bản</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tiếp giáp pn</li> <li>+ Tiếp giáp pn cấu trúc đơn</li> <li>+ Tiếp giáp pn cấu trúc dị thể kép</li> <li>+ Cơ chế phát xạ ánh sáng</li> <li>+ Nguyên lý phát xạ ánh sáng của lớp tiếp giáp pn</li> <li>+ Ánh sáng kết hợp và không kết hợp</li> </ul>	3	Đọc trước tài liệu [1], [4,5]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuẩn bị và đọc trước:</li> <li>+ Nội dung bài học trong giáo trình chính.</li> <li>+ Đọc thêm nội dung liên quan trong [4,5]</li> </ul>
4	<p><b>Chương 2. Các phần tử cơ bản trong kỹ thuật thông tin quang</b></p> <p>2.1.4. Phần tử phát quang LED:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Cấu trúc và cấu tạo</li> <li>+ Nguyên lý phát xạ ánh sáng</li> <li>+ Công suất ánh sáng bức xạ</li> <li>+ Các tích chất ánh sáng</li> <li>+ Đặc tuyến tính phát xạ ánh sáng</li> </ul> <p>2.1.5. Phần tử phát quang LD:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Cấu trúc và cấu tạo</li> <li>+ Nguyên lý phát xạ ánh sáng</li> <li>+ Công suất ánh sáng bức xạ</li> <li>+ Các tích chất ánh sáng</li> <li>+ Đặc tuyến tính phát xạ ánh sáng</li> </ul> <p>2.1.6. Điều biến quang</p> <p>2.1.7. Các bộ phát quang</p>	3	Đọc trước tài liệu [1], [4,5]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuẩn bị và đọc trước:</li> <li>+ Nội dung bài học trong giáo trình chính.</li> <li>+ Đọc thêm nội dung liên quan trong [4,5]</li> </ul>
5	<p>2.2. Sợi quang</p> <p>2.2.1. Cấu trúc sợi quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Định nghĩa</li> </ul>	3	Đọc trước tài liệu [1], [2]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chuẩn bị và đọc trước:</li> <li>+ Nội dung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Cấu trúc</li> <li>+ Một số kích thước thông dụng của sợi quang</li> </ul> <p>2.2.2. Vật liệu chế tạo sợi quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Các yêu cầu của vật liệu chế tạo sợi quang</li> <li>+ Đặc điểm vật liệu chế tạo sợi quang</li> <li>+ Các loại sợi quang trên quan điểm vật liệu chế tạo sợi</li> <li>+ Vật liệu chế tạo các sợi quang</li> </ul> <p>2.2.3. Phân loại sợi quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Một số quan điểm phân loại</li> <li>+ Các loại sợi quang</li> <li>+ Chiết suất của các loại sợi quang</li> </ul> <p>2.2.4. Truyền sóng ánh sáng trong sợi quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Mô tả quang hình học quá trình truyền ánh sáng trong sợi quang</li> <li>+ Phương trình truyền ánh sáng trong sợi quang</li> <li>+ Các mode ánh sáng trong sợi quang</li> <li>+ Các mode dẫn cơ bản trong sợi quang</li> <li>+ Góc ghép tới hạn</li> <li>+ Hệ số mở của sợi quang</li> </ul>			<p>bài học trong giáo trình chính.</p> <p>+ Đọc thêm nội dung liên quan trong [4,5]</p>
6	<p>2.2.5. Các tham số cơ bản của sợi quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tổng quan</li> <li>+ Suy hao</li> <li>+ Tán sắc</li> <li>+ Tính phi tuyến</li> <li>+ Một số loại sợi quang sử dụng trong kỹ thuật thông tin quang</li> </ul> <p>2.2.6. Một số loại sợi quang mới</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Quan điểm thiết kế sợi quang mới</li> <li>+ Phương pháp thiết kế sợi quang mới</li> </ul>	3	<p>Đọc trước tài liệu [1], [2]</p>	<p>- Chuẩn bị và đọc trước:</p> <p>+ Nội dung bài học trong giáo trình chính.</p> <p>+ Đọc thêm nội dung liên quan trong [4,5]</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Một số loại sợi quang mới</li> </ul> <p>2.2.7. Cáp sợi quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tổng quan</li> <li>+ Các biện pháp bảo vệ sợi</li> <li>+ Cấu trúc cơ bản của cáp sợi quang</li> <li>+ Các phần tử cơ bản của cáp sợi quang</li> </ul> <p>2.2.8. Chế tạo sợi quang</p> <p>2.2.9. Kết nối sợi quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng kết nối sợi quang</li> <li>+ Kết nối sợi quang bằng connector:</li> <li>+ Kết nối sợi quang bằng hàn nóng chảy</li> </ul>			
7	<p>2.3. Các phần tử biến đổi quang-điện (PIN, APD)</p> <p>2.3.1. Mô hình và chức năng của bộ thu quang</p> <p>2.3.2. Cấu trúc bộ thu quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Cấu trúc bộ thu quang analog</li> <li>+ Cấu trúc bộ thu quang digital</li> </ul> <p>2.3.3. Một số khái niệm cơ bản:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tiếp giáp pn</li> <li>+ Nguyên lý biến đổi quang điện của lớp tiếp giáp pn</li> <li>+ Công suất tín hiệu, công suất nhiễu, băng tần nhiễu</li> <li>+ Tỷ số tín hiệu trên nhiễu S/N, BER và mối quan hệ giữa S/N và BER</li> </ul> <p>2.3.4. Các phần tử biến đổi quang-điện</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Mô hình và chức năng của các phần tử biến đổi quang-điện</li> <li>+ Một số yêu cầu đối với các phần tử biến đổi quang-điện sử dụng trong kỹ thuật thông tin quang</li> </ul>	3	<p>Đọc trước tài liệu [1], [2]</p>	<p>- Chuẩn bị và đọc trước:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nội dung bài học trong giáo trình chính.</li> <li>+ Đọc thêm nội dung liên quan trong [4,5]</li> </ul>
8	<p>2.3. Các phần tử biến đổi quang-điện (PIN, APD)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Phần tử biến đổi quang-điện PIN</li> </ul> <p>- Cấu tạo</p>	3	<p>Đọc trước tài liệu [1], [2]</p>	<p>- Chuẩn bị và đọc trước:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nội dung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nguyên lý hoạt động</li> <li>- Các tham số đặc tính</li> <li>+ Phần tử biến đổi quang-điện APD</li> <li>- Cấu tạo</li> <li>- Nguyên lý hoạt động</li> <li>- Các tham số đặc tính</li> </ul> <p>2.3.5. Giải điều biến quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Giải điều biến quang trực tiếp</li> <li>+ Giải điều biến quang gián tiếp</li> </ul>			<p>bài học trong giáo trình chính.</p> <p>+ Đọc thêm nội dung liên quan trong [4,5]</p>
9	<p><b>Chương 3. Hệ thống thông tin quang</b></p> <p>3.1. Hệ thống thông tin quang đơn kênh</p> <p>3.1.1. Mô hình hệ thống thông tin quang đơn kênh điểm-điểm</p> <p>3.1.2. Các thành phần cơ bản của hệ thống thông tin quang đơn kênh điểm-điểm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Bộ ghép kênh điện</li> <li>+ Bộ phát quang</li> <li>+ Sợi quang</li> <li>+ Bộ thu quang</li> <li>+ Bộ tách kênh điện</li> <li>+ Bộ khuếch đại quang</li> <li>+ Bộ lặp quang</li> <li>+ Bộ bù tán sắc</li> </ul> <p>3.2. Hệ thống thông tin quang đa kênh</p> <p>3.2.1. Tổng quan các hệ thống thông tin quang đa kênh</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Hệ thống thông tin quang ghép kênh theo bước sóng (WDM)</li> <li>+ Hệ thống thông tin quang ghép kênh theo thời gian (OTDM)</li> <li>+ Hệ thống thông tin quang ghép kênh theo mã (OCDM)</li> </ul> <p>3.2.2. Hệ thống thông tin quang ghép kênh theo bước sóng (WDM)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Sơ đồ khối của hệ thống thông tin</li> </ul>	3	<p>Đọc trước tài liệu [1], [2]</p>	<p>- Chuẩn bị và đọc trước:</p> <p>+ Nội dung bài học trong giáo trình chính.</p> <p>+ Đọc thêm nội dung liên quan trong [4,5]</p>



	<p>quang WDM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Phương thức phân bố bước sóng trong WDM</li> <li>+ Các phương thức truyền dẫn quang WDM</li> <li>+ Các phần tử cơ bản trong hệ thống WDM</li> </ul>			
10	<p><b>Chương 3. Hệ thống thông tin quang</b></p> <p>4. Một số vấn đề trong thiết kế hệ thống TTQ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Các yếu tố ảnh hưởng đến việc thiết kế hệ thống thông tin quang: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suy hao</li> <li>- Tán sắc</li> </ul> </li> <li>+ Các giải pháp bù suy hao</li> <li>+ Các giải pháp bù tán sắc</li> <li>+ Mô hình tính toán thiết kế tuyến TTQ đơn kênh điểm-điểm</li> <li>+ Tính toán thiết kế tuyến TTQ đơn kênh điểm-điểm</li> </ul> <p>Kiểm tra</p>	3	<p>Đọc trước tài liệu [1], [2]</p>	<p>- Chuẩn bị và đọc trước:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nội dung bài học trong giáo trình chính.</li> <li>+ Đọc thêm nội dung liên quan trong [4,5]</li> </ul>
11	<p><b>Chương 4. Một số công nghệ quang tiên tiến</b></p> <p>4.1. Công nghệ truyền tải WDM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Sự ra đời và quá trình phát triển</li> <li>+ Nguyên lý ghép kênh quang theo bước sóng (WDM)</li> <li>+ Các phần tử cơ bản trong hệ thống WDM</li> <li>+ Mạng truyền tải WDM</li> </ul> <p>4.2. Truyền tải IP/WDM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Sự ra đời của công nghệ truyền tải IP/WDM</li> <li>+ Giao thức IP</li> <li>+ Kỹ thuật ghép kênh quang theo bước sóng</li> <li>+ Các giải pháp truyền tải IP/WDM</li> <li>+ Cấu trúc mạng truyền tải IP/WDM</li> <li>+ Các mô hình kết nối mạng IP/WDM</li> </ul>	3	<p>Đọc trước tài liệu [1]</p> <p>Đọc thêm tài liệu [2,3,6]</p>	<p>- Chuẩn bị và đọc trước:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nội dung bài học trong giáo trình chính.</li> <li>+ Đọc thêm nội dung liên quan trong [2,3,6]</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Điều khiển trong mạng IP/WDM</li> <li>+ Bảo vệ và phục hồi trong mạng IP/WDM</li> </ul>			
12	<p><b>Chương 4. một số công nghệ quang tiên tiến</b></p> <p>4.3. Chuyển mạch quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tổng quan về chuyển mạch quang</li> <li>+ Chuyển mạch kênh quang</li> <li>+ Chuyển mạch chùm quang</li> <li>+ Chuyển mạch gói quang</li> </ul> <p>4.4. Khuếch đại quang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tổng quan</li> <li>+ Bộ khuếch đại quang sợi EDFA <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấu trúc EDFA</li> <li>- Các phương pháp bơm cho EDFA</li> <li>- Nguyên lý hoạt động của EDFA</li> <li>- Yêu cầu đối với nguồn bơm</li> <li>- Các tham số của EDFA</li> </ul> </li> <li>+ Bộ khuếch đại quang sợi RA <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấu trúc RA</li> <li>- Các phương pháp bơm cho RA</li> <li>- Nguyên lý hoạt động của RA</li> <li>- Yêu cầu đối với nguồn bơm</li> <li>- Các tham số của RA</li> </ul> </li> <li>+ Bộ khuếch đại quang sợi SOA <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cấu trúc EDFA</li> <li>- Các phương pháp bơm cho SOA</li> <li>- Nguyên lý hoạt động của SOA</li> <li>- Các tham số của SOA</li> </ul> </li> </ul>	3	<p>Đọc trước tài liệu [1]</p> <p>Đọc thêm tài liệu [2,3,6]</p>	<p>- Chuẩn bị và đọc trước:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nội dung bài học trong giáo trình chính.</li> <li>+ Đọc thêm nội dung liên quan trong [2,3,6]</li> </ul>
13	<p><b>Chương 4. một số công nghệ quang tiên tiến</b></p> <p>4.5. Mạng truy nhập quang FTTx</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tổng quan</li> <li>+ Cấu hình của mạng truy nhập quang</li> <li>+ Cấu hình tham chiếu của mạng truy nhập quang</li> <li>+ Các khối chức năng cơ bản</li> </ul>	3	<p>Đọc trước tài liệu [1]</p> <p>Đọc thêm tài liệu [2,3,6]</p>	<p>- Chuẩn bị và đọc trước:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nội dung bài học trong giáo trình chính.</li> <li>+ Đọc thêm nội dung liên quan</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ FTTC</li> <li>+ FTTO/H</li> <li>+ FTTB</li> <li>+ Các công nghệ sử dụng trên FTTx</li> </ul> <p>4.6. Hệ thống thông tin quang Coherent</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tổng quan về thông tin quang coherent</li> <li>+ Các dạng điều chế trong thông tin quang coherent</li> <li>+ Nguyên lý tách sóng trong thông tin quang coherent</li> <li>+ Bộ thu thông tin quang coherent</li> </ul>			trong [2,3,6]
14	<p><b>Chương 4. một số công nghệ quang tiên tiến</b></p> <p>4.7. Hệ thống thông tin quang Soliton</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tổng quan về thông tin quang Soliton</li> <li>+ Hệ thống truyền dẫn quang Soliton</li> <li>+ Soliton điều khiển suy hao</li> <li>+ Soliton điều khiển tán sắc</li> <li>+ Hệ thống truyền dẫn quang Soliton tốc độ cao</li> <li>+ Hệ thống truyền dẫn quang Soliton WDM</li> </ul> <p>4.8. Truyền tín hiệu vô tuyến trong sợi quang (RoF)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tổng quan</li> <li>+ Mô hình tổng quát sử dụng công nghệ RoF</li> <li>+ Mô hình hệ thống ứng dụng RoF để phân phối tín hiệu WLAN</li> <li>+ Các thành phần cơ bản của tuyến quang sử dụng RoF</li> <li>+ Các kỹ thuật truyền sóng vô tuyến qua sợi quang</li> <li>+ Các kỹ thuật ghép kênh trong RoF</li> <li>+ Các ưu nhược điểm của RoF</li> <li>+ Ứng dụng của công nghệ RoF</li> </ul>	3	<p>Đọc trước tài liệu [1]</p> <p>Đọc thêm tài liệu [2,3,6]</p>	<p>- Chuẩn bị và đọc trước:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nội dung bài học trong giáo trình chính.</li> <li>+ Đọc thêm nội dung liên quan trong [2,3,6]</li> </ul>
15	Ôn tập và hướng dẫn bài tập	3		