

ĐÀO HUY DU

Giáo trình **KỸ THUẬT THÔNG TIN QUANG**



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

ĐÀO HUY DU

Giáo trình

KỸ THUẬT THÔNG TIN QUANG

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

LỜI NÓI ĐẦU

*Hệ thống truyền dẫn quang đã được áp dụng ở tất cả các quốc gia trên thế giới, cả mạng đường trục quốc gia và đường xuyên lục địa; và là một hệ thống rất quan trọng trong vấn đề truyền dẫn hiện nay. Mạng quang ra đời đánh dấu bước nhảy vọt trong lĩnh vực truyền thông tốc độ cao. Cuốn “**Giáo trình Kỹ thuật thông tin quang**” cung cấp kiến thức cơ bản về các linh kiện thiết bị và thiết kế trong hệ thống thông tin quang nhằm giới thiệu cho người học nắm được tổng quan về hệ thống thông tin quang. Nội dung cuốn giáo trình tập trung giới thiệu các phần tử cơ bản của hệ thống thông tin quang, nguyên lý chung về truyền tín hiệu quang, các phần tử thu, phát tín hiệu quang; phương pháp thiết kế hệ thống thông tin quang; cách thi công lắp đặt tuyến truyền dẫn quang.*

Giáo trình này được viết dựa trên các tài liệu tham khảo và tiếp thu nhiều ý kiến đóng góp quý báu của các nhà khoa học, đồng thời đã trao đổi với các cán bộ kỹ thuật đang vận hành trong thực tế để đảm bảo sát thực với hệ thống thực tế.

Nội dung “Giáo trình Kỹ thuật thông tin quang” gồm 5 chương:

*Chương 1. **Tổng quan về hệ thống thông tin quang***

*Chương 2. **Cáp sợi quang***

*Chương 3. **Bộ phát quang***

*Chương 4. **Thiết bị thu quang***

*Chương 5. **Thiết kế hệ thống thông tin quang***

Cuốn giáo trình này phục vụ cho sinh viên các ngành Kỹ thuật viễn thông, Kỹ thuật điện tử, Kỹ thuật máy tính, Điện tử y sinh của các trường đại học, cao đẳng. Ngoài ra, Giáo trình cũng giúp ích cho các cán bộ kỹ thuật đang vận hành, quản lý hệ thống truyền dẫn quang và các cán bộ quan tâm đến lĩnh vực này.

Tác giả xin bày tỏ lòng cảm ơn tới: ThS. Lê Thị Huyền Trang và KS. Nguyễn Đức Mùi đã giúp đỡ hoàn thành cuốn sách này.

Mặc dù đã có nhiều cố gắng khi biên soạn nhưng nội dung Giáo trình chắc chắn sẽ không thể tránh khỏi những khiếm khuyết. Chúng tôi rất mong nhận được sự góp ý của các nhà chuyên môn, các bạn đồng nghiệp và những ai quan tâm đến lĩnh vực này để Giáo trình được hoàn thiện hơn trong những lần tái bản sau.

Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về Bộ môn Điện tử viễn thông, Khoa Điện tử, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, số 666 đường 3/2 phường Tích Lương, thành Phố Thái Nguyên.

Xin trân trọng cảm ơn!

Tác giả

MỤC LỤC

Chương 1. Tổng quan về hệ thống thông tin quang.....	9
1.1. Lịch sử phát triển.....	9
1.2. Nguyên lý tổ chức của hệ thống	13
1.3. Các thành phần cơ bản của hệ thống thông tin quang.....	15
1.4. Khuếch đại quang.....	18
1.5. Ghép kênh quang.....	21
1.6. Phân loại hệ thống thông tin quang.....	23
1.7. Khả năng và ưu điểm của hệ thống thông tin quang	25
Câu hỏi ôn tập chương 1.....	27
Chương 2. Cáp sợi quang.....	29
2.1. Cơ sở quang học.....	29
2.2. Cấu tạo và phân loại sợi quang.....	31
2.2.1. Cấu tạo sợi quang.....	31
2.2.2. Phân loại sợi quang.....	32
2.3. Lý thuyết điện từ cho phương thức truyền quang	38
2.3.1. Sóng điện từ.....	38
2.3.2. Chế độ thanh dẫn phẳng.....	40
2.3.3. Pha và vận tốc nhóm.....	44
2.3.4. Độ dịch pha với phản xạ toàn phần và trường điện từ tắt dần.....	45
2.3.5. Chuyển đổi Goos–Hanchen.....	52
2.4. Truyền sóng ánh sáng trong sợi quang	53
2.4.1. Sự lan truyền ánh sáng trong sợi đa mode.....	54
2.4.2. Sự lan truyền ánh sáng trong sợi đơn mode.....	63
2.5. Suy hao trong sợi quang.....	67

2.5.1. Tán sắc trong sợi quang.....	67
2.5.2. Suy hao.....	74
2.5.3. Hiệu ứng phi tuyến.....	80
2.6. Một số loại sợi quang mới	80
2.6.1. Nguyên tắc tạo sợi quang mới.....	81
2.6.2. Các sợi dẫn quang đơn mode mới trong thông tin quang.....	84
2.7. Các phương pháp chế tạo sợi quang	86
2.7.1. Phương pháp thanh – ống cỡ điện	86
2.7.2. Phương pháp nổi nấu đôi.....	87
2.7.3. Phương pháp động hơi hoá chất	88
2.7.4. Kéo sợi.....	90
2.8. Cáp sợi quang	91
2.8.1. Yêu cầu kỹ thuật.....	91
2.8.2. Cấu tạo cáp quang.....	92
2.8.3. Phân loại	96
2.8.4. Một số loại cáp quang thông dụng.....	97
2.9. Hàn nối cáp sợi quang	98
2.9.1. Yêu cầu kỹ thuật	98
2.9.2. Các phương pháp hàn nối sợi quang.....	99
Câu hỏi và bài tập chương 2	103
Chương 3. Bộ phát quang	106
3.1. Giới thiệu.....	106
3.2. Nguyên lý chung của bộ phát quang.....	107
3.2.1. Các khái niệm cơ bản.....	107
3.2.2. Nguyên lý bức xạ ánh sáng không kết hợp	108
3.2.3. Nguyên lý bức xạ ánh sáng kết hợp – Nguyên lý Laser.....	109
3.2.4. Nguyên lý bức xạ ánh sáng của laser bán dẫn	111

3.3. Các bộ phát quang	115
3.3.1. Yêu cầu về vật liệu chế tạo LED và LD bán dẫn	115
3.3.2. LED.....	116
3.3.3. Laser diode (LD).....	127
3.4. Các nguồn Laser bán dẫn đơn mode.....	136
3.4.1. Yêu cầu.....	136
3.4.2. Diode laser đơn mode có cấu trúc dị thể chôn BH (Buried Heterostructure).....	137
3.4.3. Diode laser đơn mode loại hồi tiếp phân bố DFB (Distributed Feedback LD).....	138
Câu hỏi và bài tập chương 3	141
Chương 4. Thiết bị thu quang	144
4.1. Giới thiệu.....	144
4.2. Bộ tách sóng Photodiode	145
4.2.1. Bộ tách sóng photodiode $p-i-n$	145
4.2.2 Thời gian đáp ứng và dòng photon vùng trôi của bộ tách sóng quang.....	151
4.2.3. Photodiode thác APD.....	156
4.2.4. Vật liệu chế tạo photodiode.....	161
4.3. Tỷ số tín hiệu trên nhiễu của bộ tách sóng quang	162
4.3.1. Các nguồn nhiễu trong bộ tách sóng quang	163
4.3.2. Tỷ số tín hiệu trên nhiễu.....	167
Câu hỏi và bài tập chương 4	168
Chương 5. Thiết kế hệ thống thông tin quang	174
5.1. Các nguyên tắc xây dựng hệ thống thông tin quang	174
5.2. Các cơ sở để thiết kế tuyến.....	175
5.3. Quy trình thiết kế.....	177
5.3.1. Khảo sát điều kiện lắp đặt.....	177

5.3.2. Chọn tuyến.....	186
5.3.3. Lựa chọn sợi quang	187
5.3.4. Chọn nguồn quang.....	191
5.3.5. Lựa chọn thiết bị.....	194
5.3.6. Tính toán chiều dài trạm lặp.....	195
5.3.7. Tính toán thời gian tăng sườn xung	198
5.3.8. Tính toán tỷ số lỗi bit BER.....	199
5.4. Thi công lắp đặt.....	200
5.4.1. Quy định chung	200
5.4.2. Lắp đặt cáp.....	201
5.4.3. Hàn nối sợi quang	212
5.4.4. Thi công tiếp đất.....	212
5.4.5. Thi công lắp đặt thiết bị, nhà trạm	213
5.5. Phần mềm hỗ trợ thiết kế hệ thống thông tin quang.....	214
Câu hỏi và bài tập chương 5	214
Tài liệu tham khảo	214